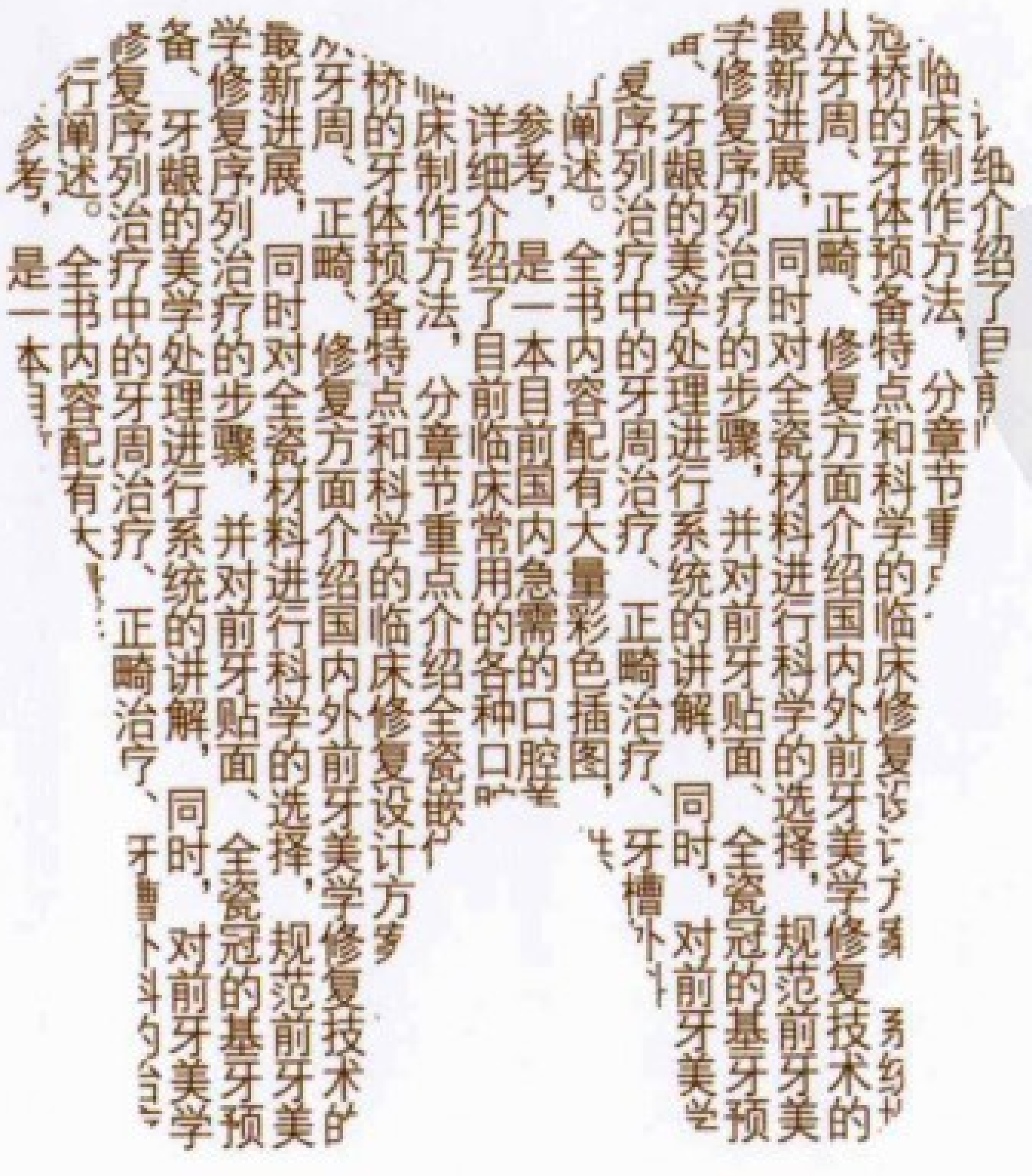
前牙美学修复及全瓷修复体设计

QIANYA MEIXUE XIUFU JI QUANCI XIUFUTI SHEJI

骆小平 编著



APGTIME 时代出版
时代出版传媒股份有限公司
安徽科学技术出版社

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

微信公众号

口 腔 视 频

微信搜索qzkqsp1即可关注

福利1

关注后可观看正畸、修复、种植等精彩内容

福利2

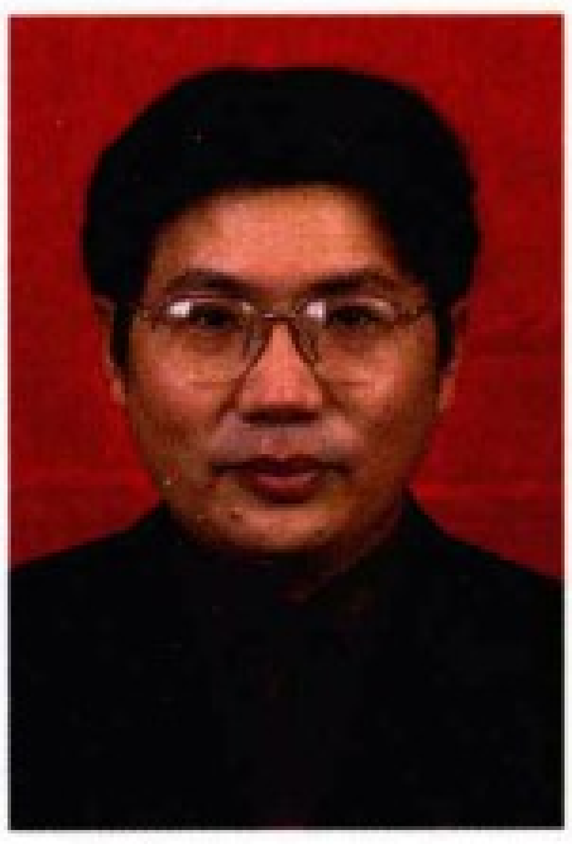
关注后领取口腔解剖病理学视频讲座全集

福利3

加入视频分享交流群，解答疑难病例，获取更多视频资源

扫二维码，关注公众号
领取更多口腔资料

作者简介



骆小平

1964年12月生。南京大学口腔医学院教授、主任医师、研究生导师。2004年被评为江苏省有突出贡献的中青年专家，2008年获国务院特殊津贴。

教育背景

1983.09 — 1988.07	南京医学院口腔系	本科
1990.09 — 1993.07	第四军医大学口腔医学院	硕士
1993.09 — 1996.07	第四军医大学口腔医学院	博士
1996.09 — 1998.10	华西医科大学口腔医学院	博士后
2000.02 — 2000.08	Manchester University Dental School	Visiting Professor
2004.06 — 2005.07	Manchester University Dental School	Visiting Professor
2009.08 — 至今	King's College London Dental Institute	Visiting Professor

责任编辑：黄　轩
封面设计：武　迪

ISBN 978-7-5337-4522-6

定价：120.00元

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

前牙美学修复及全瓷修复体设计

骆小平　编著

时代出版传媒股份有限公司
安 徽 科 学 技 术 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

前牙美学修复及全瓷修复体设计/骆小平编著. —合肥:安徽科学技术出版社,2009. 10
ISBN 978-7-5337-4522-6

Ⅰ. 前… Ⅱ. 骆… Ⅲ. 牙体-修复术 Ⅳ. R783. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 187565 号

前牙美学修复及全瓷修复体设计 骆小平 编著

出 版 人:黄和平
责任编辑:黄 轩
封面设计:武 迪
出版发行:安徽科学技术出版社(合肥市政务文化新区圣泉路 1118 号出版传媒广场,邮编:230071)
电 话:(0551)3533330
网 址:www. ahstp. net
E - mail:yougoubu@sina. com
经 销:新华书店
排 版:安徽事达科技贸易有限公司
印 刷:安徽新华印刷股份有限公司
开 本:787×1092 1/16
印 张:10. 5
字 数:269 千
版 次:2009 年 11 月第 1 版 2009 年 11 月第 1 次印刷
定 价:120. 00 元

(本书如有印装质量问题,影响阅读,请向本社市场营销部调换)

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

前　言

近十年来，随着材料科学、工程技术、计算机科学的迅速发展，口腔修复学在国内外已成为口腔医学中发展最迅速、最活跃的一门学科。同时，随着医学观念的变化，新的生物医学模式已经形成，传统的身体健康观念已转变为生物-社会-心理模式，这种变化也给口腔修复学注入了新的内涵。

口腔修复体不应单独看做一副假牙，更不应简单地看成一个机械物件或工艺品，而应被看成是一种用人工材料按生物工程技术的原理、方法设计制作而成的满足患者生理、心理需要的一个人工器官。同时，口腔新材料、新技术的应用，特别是CAD/CAM在口腔医学中的应用，正引起口腔修复学的一场革命。钛种植体的应用使原本无法修复的牙列或牙槽骨缺损变得可以修复，患者的生活质量得到提高。新型树脂黏结剂的临床应用使得固定修复体的设计更加多样化，既可以减少牙体组织切削量，又可达到临床修复体所需固位力和美观效果。同时，随着我国人民物质生活水平和文化生活水平的不断提高，人们越来越注重自身的容貌美和追求自然美的再现。常规的前牙烤瓷修复体由于不透光，缺乏自然牙的活力，易产生龈缘黑线等缺陷，不能满足爱美人群的需要。新型高强度陶瓷材料的研制和开发，使得无金属的全瓷修复体在口腔美容修复中的应用得到了牙科医师和患者的广泛青睐。全瓷材料及全瓷修复体制作技术的应用将使我国大量四环素牙、氟斑牙、畸形牙患者能够笑口常开。

微笑是人类特有的、无须用语言表达情感的方式，它可以超越语言、文化、种族、年龄和性别等差异。同时，微笑又能被人们广泛地理解和认识，是一种极具感染力的表情，会给人留下深刻的印象。当人们微笑时，上下唇自然分开，露出洁白如玉的牙齿和粉红色波浪形的牙龈，这种协调而和谐的自然美会给他人产生一种难以形容的美的享受。然而，当有些人因为前牙牙齿缺损、牙齿变色、牙齿排列不齐或牙齿缺失时，就很难给人一种愉悦的笑容，往往他们的微笑显得并不自然，而有些拘谨感。因此，作为现代的口腔修复美学医师更应从深入理解的角度去分析和设计完美的微笑，并用艺术的角度将微笑加以概念化的认识。

前牙的美学修复设计是一个涉及序列化治疗的系统工程，需要多学

科的协同配合才能完成对患者微笑的设计。本书深入浅出地介绍了前牙美学修复各个环节上的主要特点和注意事项，从修复前的检查、研究模型的准备、诊断蜡型和暂时性修复体的制作，以及牙周治疗、正畸治疗等跨学科的合作，从而共同为患者制定个性化的、科学合理的美学修复治疗设计方案。同时，对目前临床上众多的全瓷材料特点、力学性能、制作工艺进一步进行分析归类比较，为患者选择最佳的修复材料和制作工艺，确保其全瓷修复体的质量。另外在本书的最后一章，对目前临床常见的前牙美学修复中疑难案例进行了系统的分析和严谨的设计，确保了临床修复的成功率。同时，再次强调了美观是应该建立在功能恢复的基础上，而功能是应该建立在牙齿的生物力学和生物学的原则上，失去功能也就是失去了美学修复的真正意义。

尽管本书的写作花费了作者五年多的时间，积累了近十年的典型病例，并跟踪观察，从数千张照片中萃取了有价值的东西，与全国口腔修复同仁共享，但是由于作者本人的知识水平有限和当今知识爆炸的影响，有些观点在今天的条件下是正确的，可能在未来的明天就是谬误。另外，本书也邀请周小陆副主任医师撰写了选色与比色，吴文蕾副主任医师、季骏主治医师、尹敏硕士、周峰主治医师分别写了牙周治疗、断根牵引、瓷的黏结和暂时修复中的部分内容，在此表示谢意。希望这本书能够在指导前牙美学修复规范化、科学化、合理化的基牙预备、义齿设计和制作中起到参考作用。

骆小平

2009 年 10 月 10 日于伦敦

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

目　录

第一章　前牙美学修复前的准备 …… 1
第一节　临床检查 …… 1
第二节　诊断模型分析 …… 8
第三节　医患交流沟通 …… 11
第二章　美学修复中的过渡修复 …… 14
第一节　暂时性修复体的功能 …… 14
第二节　常用的暂时性修复材料 …… 21
第三节　暂时冠制作方法 …… 23
第三章　牙龈美学结构的再现 …… 28
第一节　概述 …… 28
第二节　牙龈的解剖结构及美学 …… 29
第三节　前牙美学修复中的牙周治疗 …… 32
第四章　瓷贴面修复 …… 39
第一节　概述 …… 39
第二节　全瓷贴面的特点 …… 42
第三节　贴面修复前的准备 …… 43
第四节　全瓷贴面的基牙预备 …… 46
第五节　瓷贴面的黏结 …… 53
第五章　全瓷冠桥修复 …… 58
第一节　全瓷冠桥修复的适应证和禁忌证 …… 58
第二节　全瓷修复体的基牙预备 …… 59
第三节　全瓷修复体的制作 …… 67
第四节　全瓷冠桥的试戴与黏固 …… 72
第五节　全瓷冠桥修复中的注意事项 …… 73
第六章　牙龈压排及印模技术 …… 76
第一节　临床常用的牙龈处理技术 …… 76
第二节　牙龈处理方法的选择 …… 78
第三节　印模技术 …… 82

第七章　比色与选色 …… 85
第一节　色彩基本理论 …… 85
第二节　天然牙的颜色特征 …… 90
第三节　比色方法 …… 91
第八章　陶瓷材料及性能 …… 100
第一节　概述 …… 100
第二节　临床常用的全瓷修复材料 …… 102
第三节　陶瓷材料的性能 …… 107
第四节　陶瓷材料的可靠性评价 …… 111
第五节　临床常用全瓷修复材料的性能 …… 113
第九章　牙科陶瓷的临床制作技术 …… 115
第一节　全瓷修复体的制作技术 …… 115
第二节　瓷贴面的艺术化制作 …… 120
第三节　全瓷固定桥的制作 …… 121
第十章　全瓷修复体的黏结 …… 130
第一节　全瓷修复体黏结的基础理论 …… 130
第二节　全瓷黏固剂的种类及其特点 …… 131
第三节　树脂水门汀与陶瓷之间的黏结 …… 133
第四节　牙本质表面的树脂黏结 …… 138
第十一章　特殊病例修复治疗 …… 143
第一节　前牙龈下冠根折的修复 …… 143
第二节　龈下冠根折的快速牵引 …… 146
第三节　牙龈着色的治疗 …… 150
第四节　改良式全瓷黏结桥 …… 152
第五节　全瓷修复体的咬合重建 …… 153
第六节　侵袭性牙周病患者的综合治疗 …… 155

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第一章　前牙美学修复前的准备

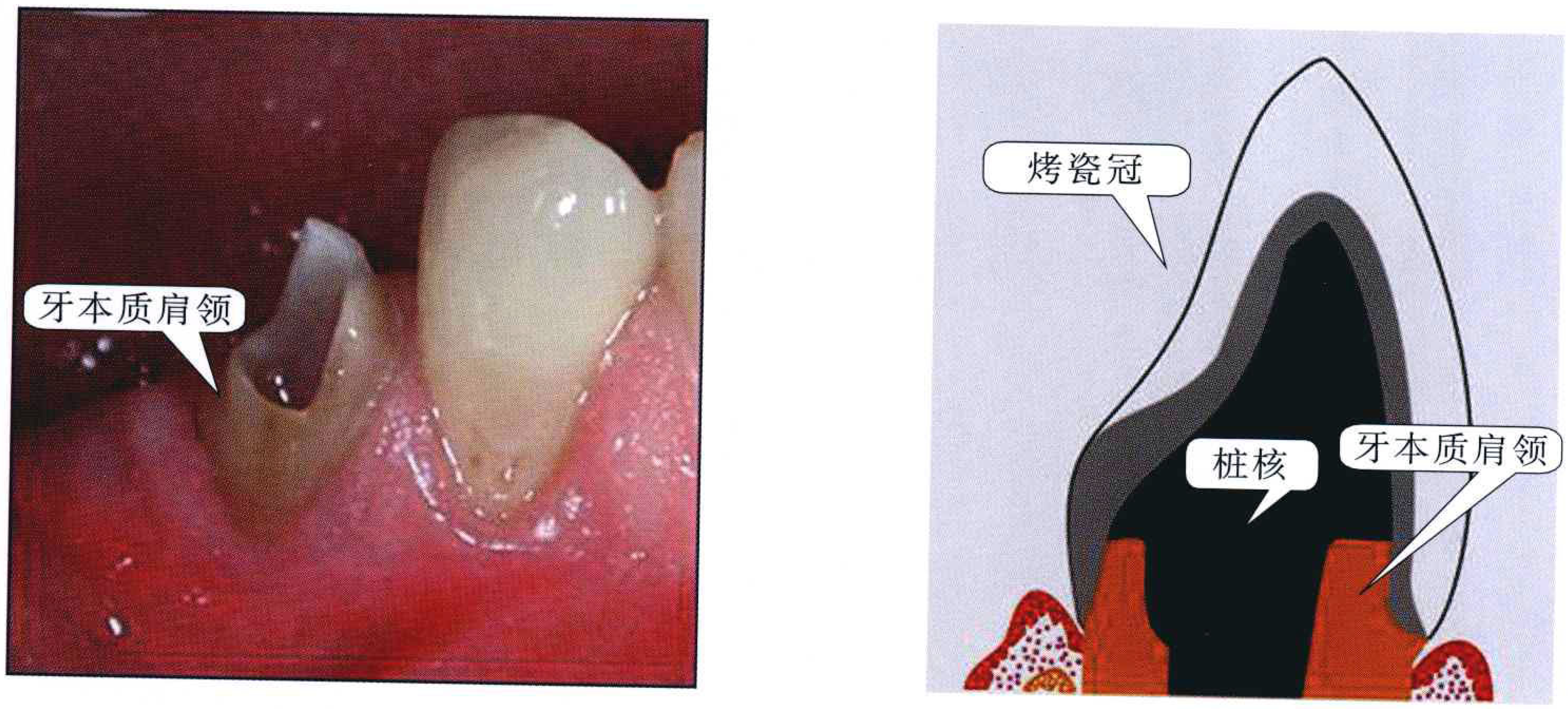
患者在接受口腔修复治疗时，越来越考虑美观的重要性。而上下颌前牙是口腔中最具有美学价值的牙齿，因为它们在牙弓中总是最先且最容易被看到。选择和制作大小合适、形态和谐、色泽逼真的上下颌前牙对患者的美观起着决定性的作用。前牙的美学修复在很多病例中都是锦上添花的艺术工作，需要牙科医师和牙科技师的密切配合才能制作出符合患者生理和心理要求的精美修复体。对于初诊患者来说，详细的口腔检查和科学的诊断蜡型（diagnostic Wax－up）分析是两个必不可少的临床步骤。同时，要询问患者的既往病史，包括药物和金属的过敏史，心脏病和高血压等一些慢性疾病的治疗情况，特别是对一些传染性疾病（HIV，HBV，HCV 等）应进行仔细的检查和记录。口腔病史的询问包括：牙体、牙列缺损或缺失的修复情况，牙齿根管治疗情况，牙列正畸史，牙周病史以及颅颌面、关节疼痛情况。

第一节　临床检查

一、口腔内检查（extraoral examination）

1. 牙齿结构（tooth structure）

前牙牙体缺损的传统修复与其美学修复再现的方法差异较大，术者应对残留的牙体结构进行科学合理的评估。较小的邻面和唇舌面缺损可以用光固化树脂直接修复，缺损小于牙齿 1/2 的活髓牙也可以用树脂贴面、瓷贴面进行直接或间接法修复。当残留牙齿结构较少时，术者应检查牙齿根长情况，根管治疗和再治疗的可行性，能否做到有效的根尖封闭，考虑根管腔能否用来做桩核（post and core）加强的修复体基牙。同时，残留在龈嵴顶上的牙齿组织应保留有效高度（＞1.5 mm）的牙本质肩领（dentin ferrule，见图 1－1a ）结构，以便在残根、残冠修复中形成有效的箍效应（ferrule effect），防止桩核、冠在咬合力的作用下发生旋转而导致修复体脱位（见图 1－1b）。如果残留牙齿组织高度不足，而牙根有效长度尚可时，可首先选用正畸牵引（orthodontic extrusion），见图 1－2、图 1－3 或牙冠延长术（ crown－lengthening procedure），如果这两种方法都不能达到目的，牙齿可以拔除后采用种植牙修复（implant restoration）。



a　　b

图 1-1　残留有效高度的牙本质对桩核有扎箍效应，可防止桩核旋转和折断，增强桩的固位

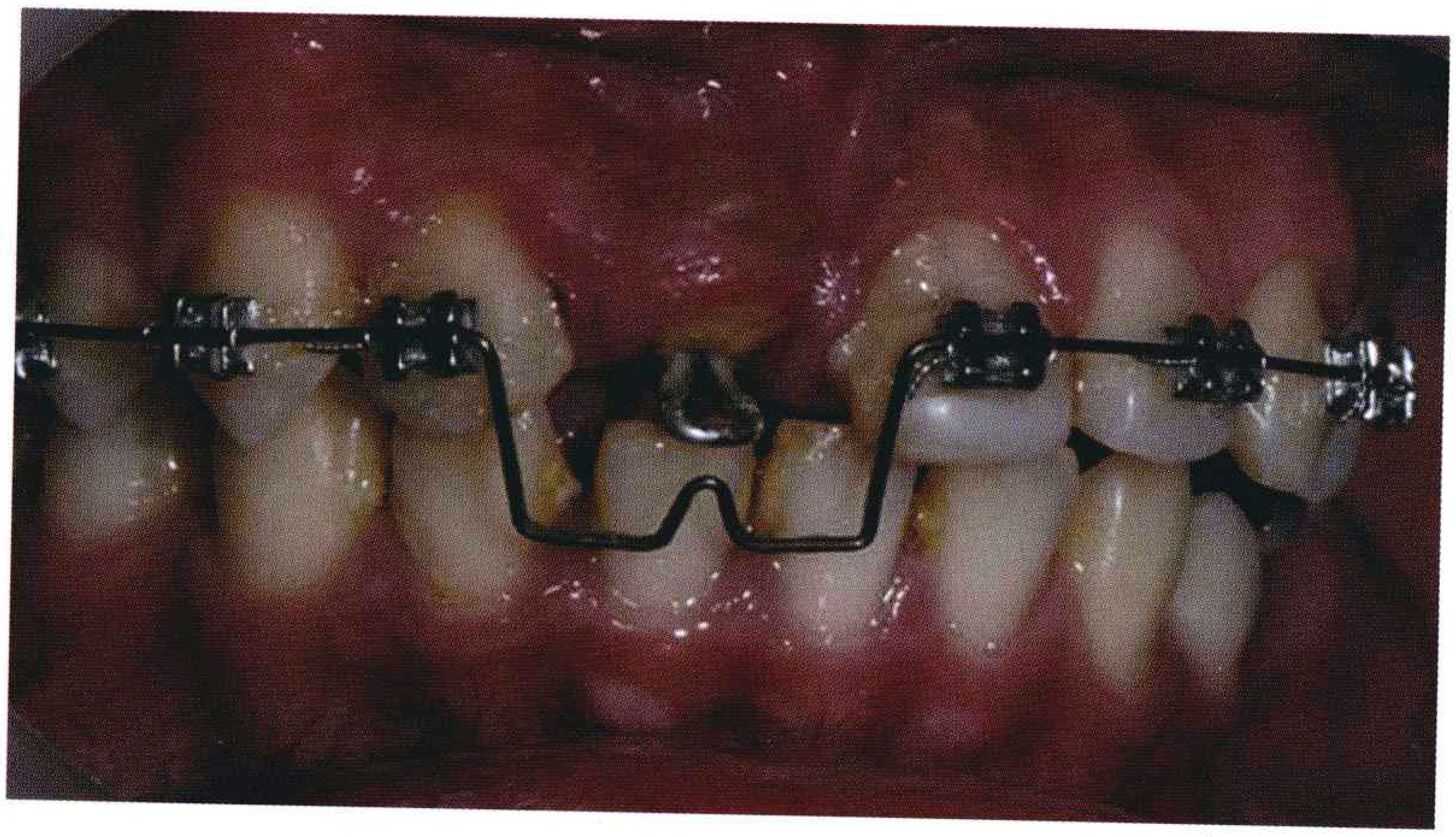
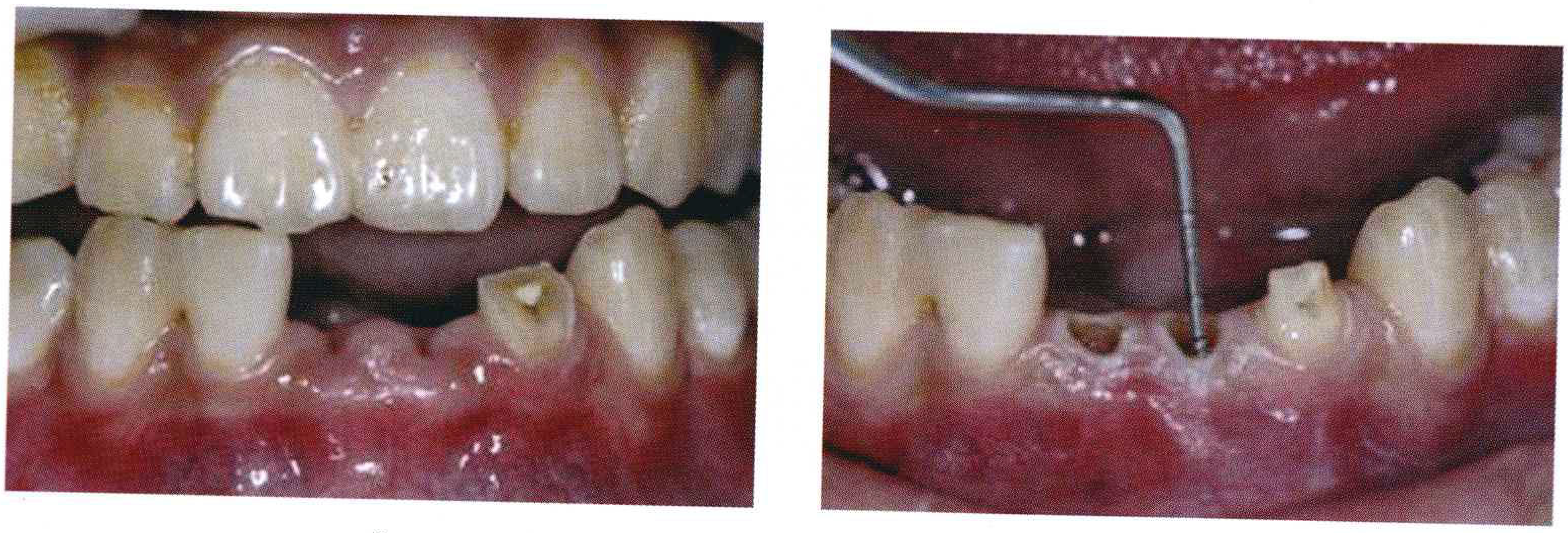


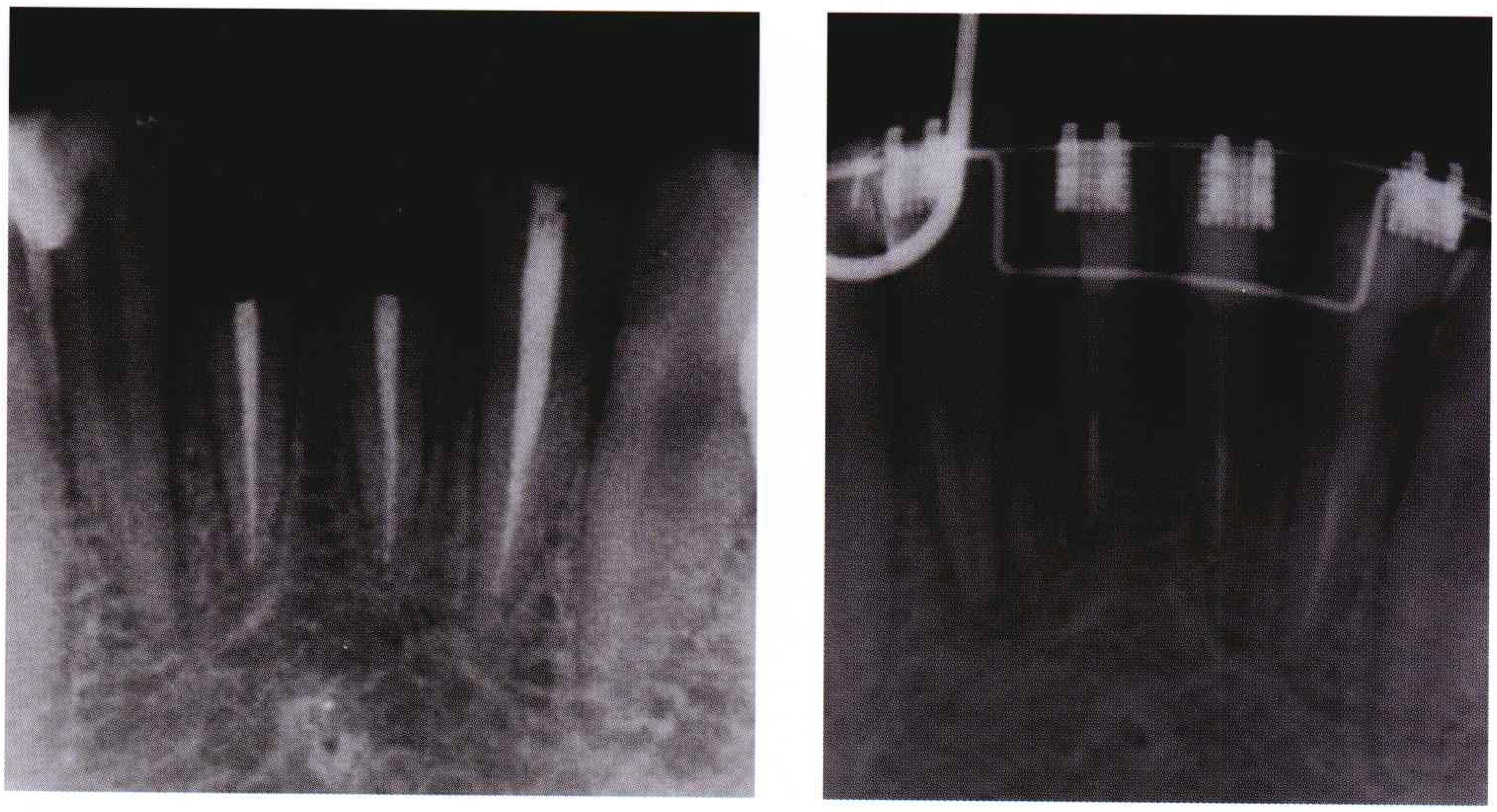
图 1-2　冠根折至龈下，采用正畸牵引将牙折断面牵至牙槽嵴顶上



a　　b

图 1-3　a. 颌 1-1 冠根折至龈下断面被牙龈覆盖，左下颌 2 牙冠斜折舌侧壁位于龈上 2.0 mm；b. 用电刀切除根面覆盖的牙龈，暴露断面，断面位于龈下近 3.0 mm

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



c　　　　　　　　　　d

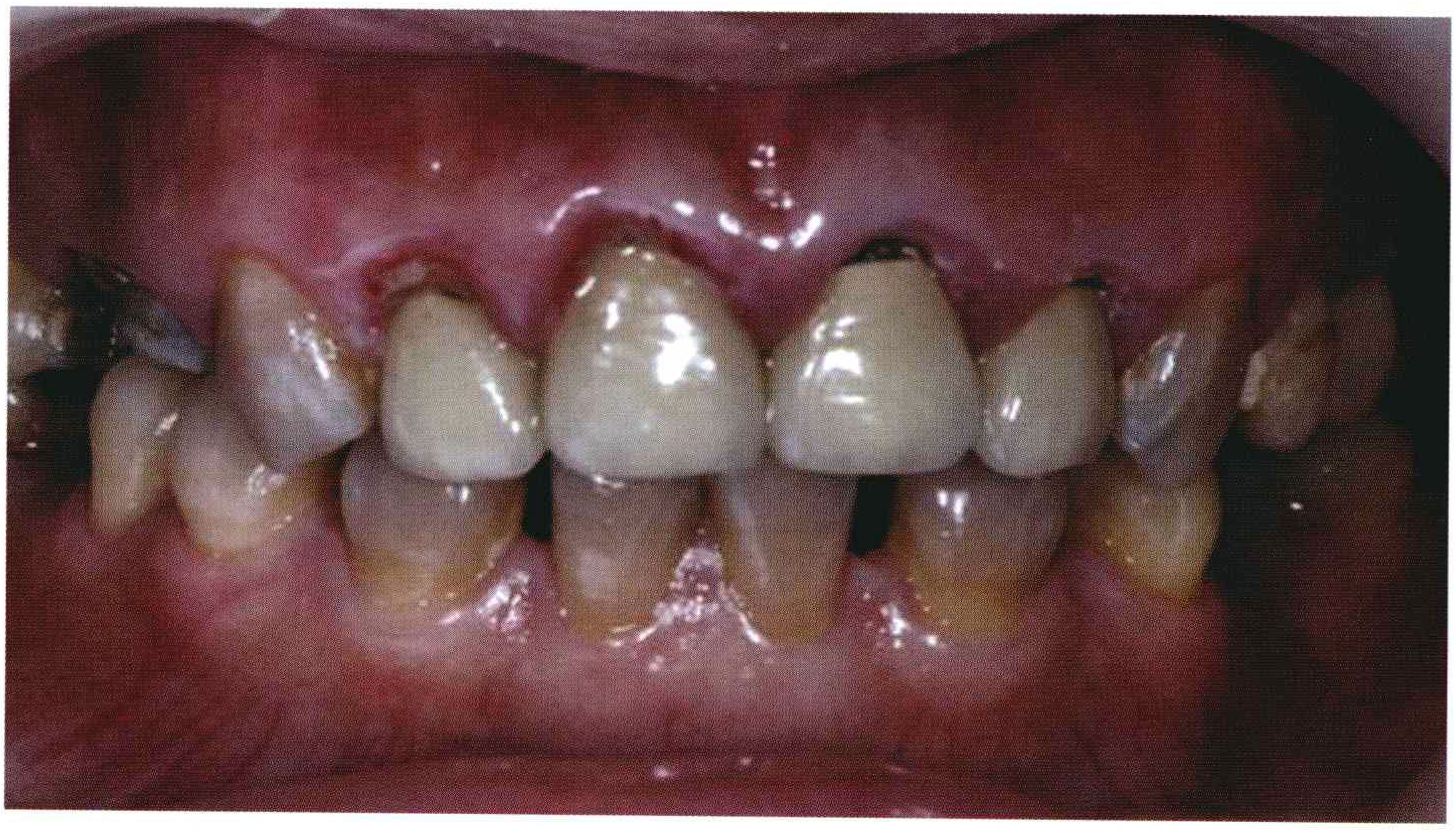
图 1-3　c. X 线显示下颌 1-1 断面平齐牙槽嵴顶；d. 采用正畸快速牵引 2 周后，牙根断面牵至牙槽嵴顶上 2.0 mm

2. 牙周检查(periodontal examination)

一些统计学研究已表明，大约 90%以上的人群有不同程度的牙周疾患，因此，在前牙美学修复治疗计划确定前对患者的牙周状况进行科学的评估十分重要。牙周检查时除了对患者的口腔卫生状况进行必要的评估外，还包括：菌斑指数(bacteria index)、牙周探诊深度(probing depth)、出血指数(bleeding index)、牙周附着水平(level of periodontal attachment)、膜龈缺损状况(mucogingival defect)、牙齿动度(tooth mobility)等进行评价。在美学修复治疗前，临床牙科医生必须确保患者的牙周探诊深度≤3 mm，出血指数=0，牙龈形态正常。

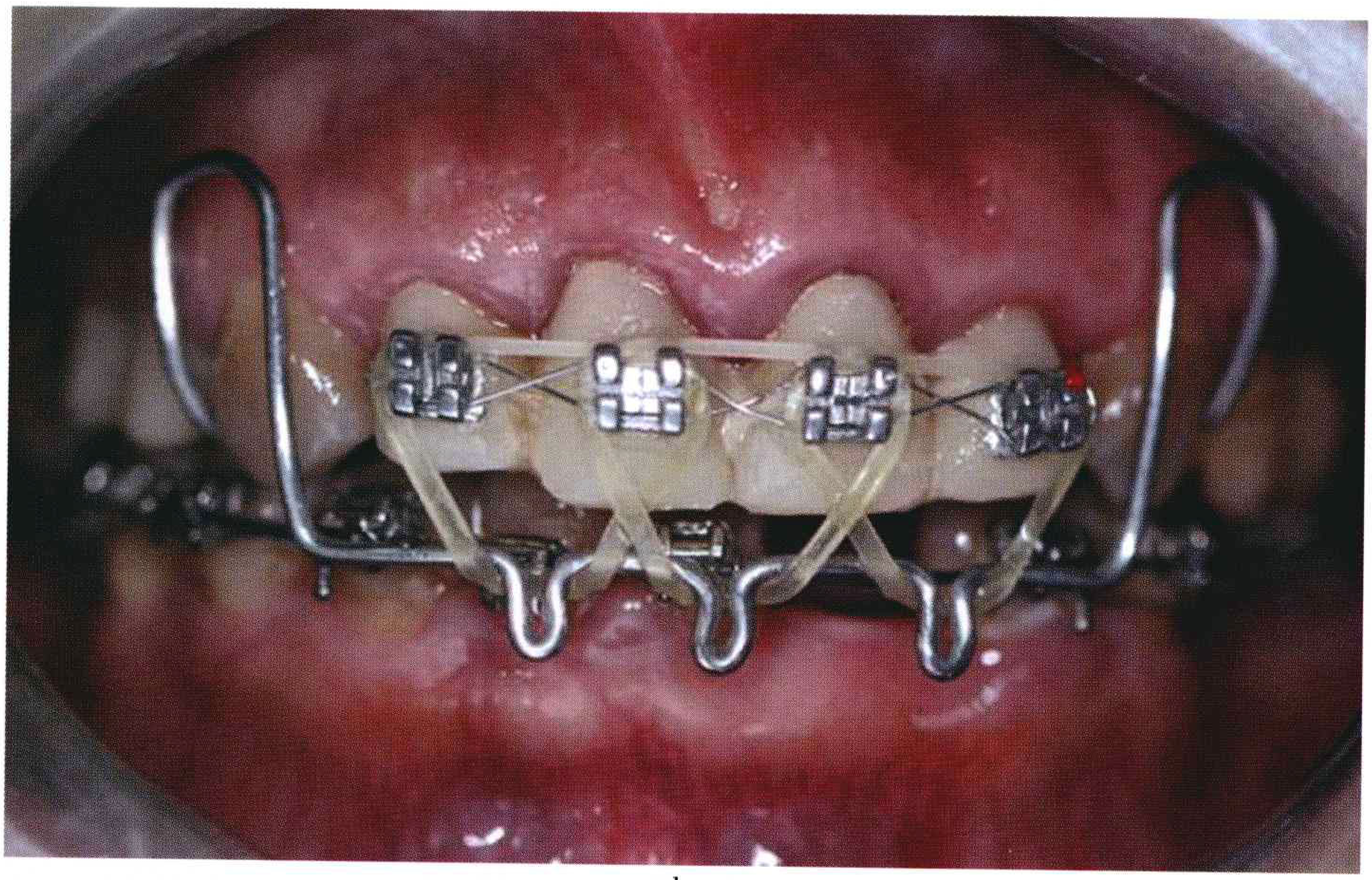
3. 正畸治疗的评价(orthodontic evolution)

对上下牙齿在牙弓内排列的位置、咬合关系、牙齿长轴的方向，术者应详细地检查和科学地评估。对排列拥挤、扭转或存在散在间隙的前牙，尽可能在前牙美学修复前，采用正畸的治疗方法加以调整(见图 1-4a，图 1-4b)。对于一些正畸治疗结束后牙弓内仍有散在间隙的前牙，可在正畸弓丝拆除前用光固化树脂关闭间隙，取模，制作保持器后再拆除矫治器(见图 1-5a，图 1-5b)。



a

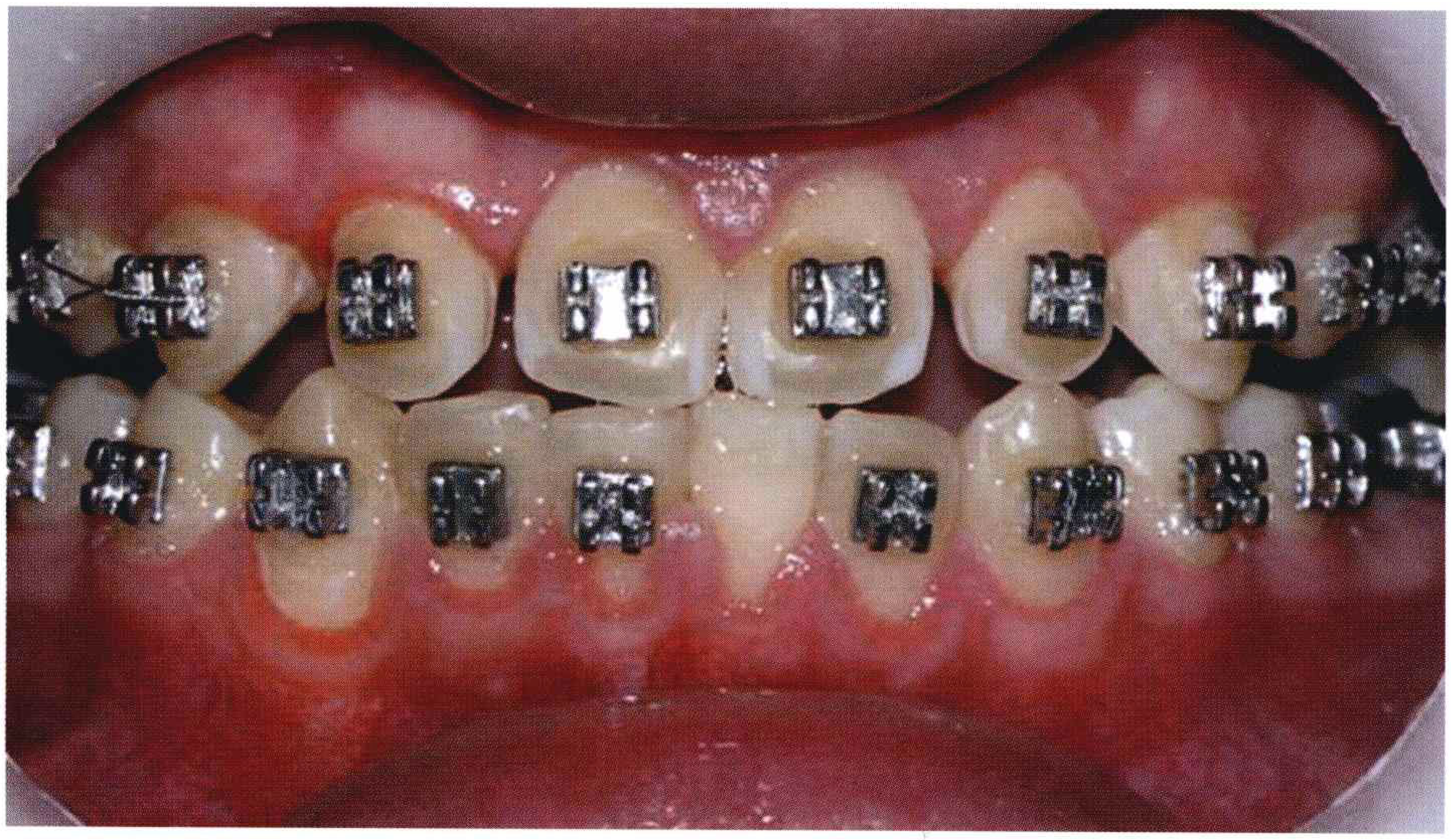
图 1－4　a. 患者上颌 2－2 烤瓷修复体边缘欠佳，牙龈红肿；下颌两个侧切牙缺失，尖牙前移间隙减小。同时，右上颌 4－5 残冠，仅剩 1.5～2.0 mm 的残留牙体组织，修复间隙不足



b

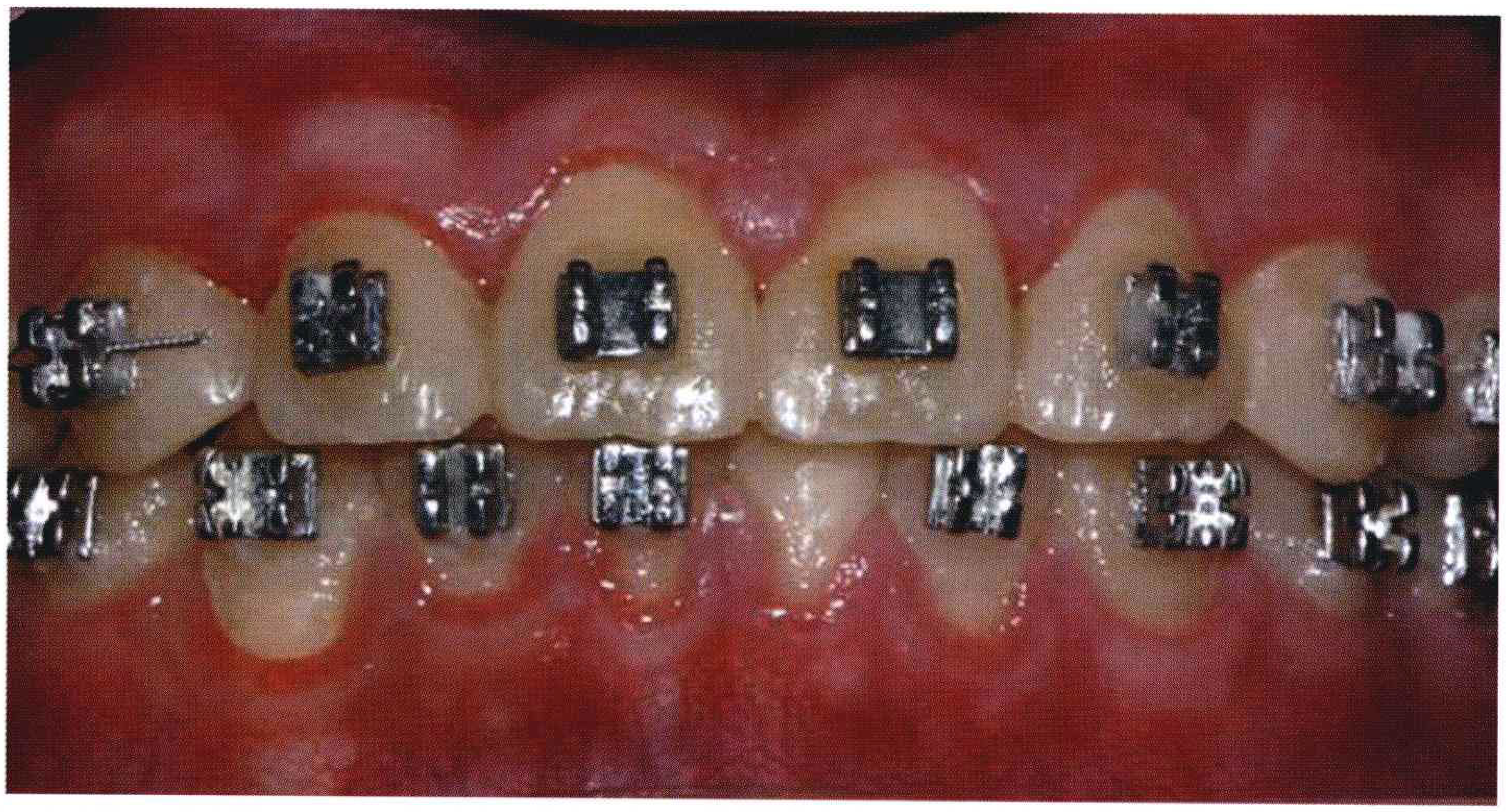
图 1－4　b. 采用正畸方法打开上下颌 4－5 间隙，关闭下颌前牙间隙后，拆除上颌部分矫治器，4－5 制作桩核和临时冠，利用橡皮筋牵引上颌 2－2 牙齿使预备体的边缘终止线至龈上

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



a

图 1-5 a. 正畸治疗结束后前牙存在散在的未能关闭的间隙



b

图 1-5 b. 采用光固化树脂关闭前牙间隙

4. 咬合检查(occlusal evaluation)

当多个前牙需要修复重建时，详细的咬合关系检查显得十分必要。即便单个牙的咬合关系不合适，无论在自然牙列，还是在人工重建牙列中都会引起严重的后果。图 1-6 显示了自然牙列中由于上下颌第一前磨牙在侧方运动中存在咬合干扰，导致下颌第一前磨牙的牙龈成“V”形缺损；图 1-7 显示了左上颌中切牙(金属烤瓷冠)与下颌切牙无正常咬合接触，在患者使用 10 年后，人造牙冠自然伸长的情况。因此，口腔修复科医师在做咬合检查时，应详细检查咬合的稳定性(occlusal stability)，测量

最大牙尖交错位(maximum intercuspation)和正中关系(centric relation)之间的差异,垂直颌间距离,上下前牙间的水平和垂直咬合(overjet and overbite)关系及切导(anterior guidance)是否存在等情况。同时,应询问患者的咬合和咀嚼习惯,有无夜间磨牙症(bruxism)。对于复杂的病例,应先取研究模,用面弓转移咬合关系,在半可调式咬合架上进行咬合检查和分析。

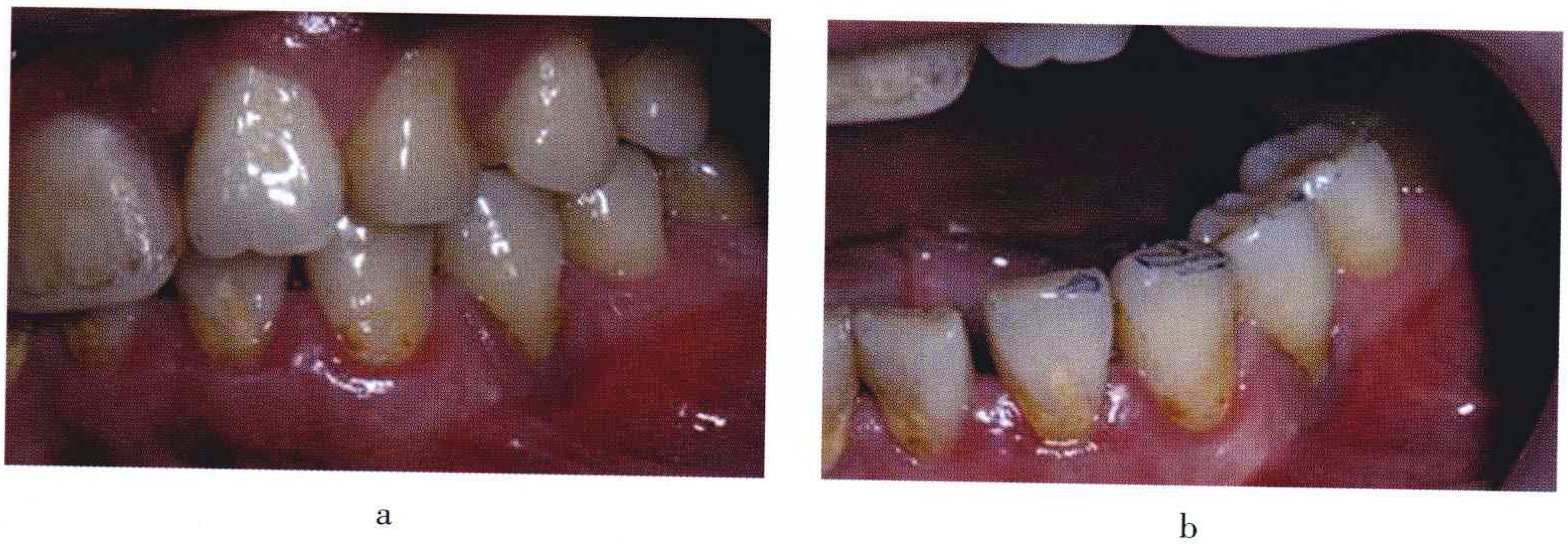


图 1-6　a. 左下颌由于咬合创伤导致的牙龈"V"缺损;b. 咬合检查见侧方咬合运动时有明显的早接触,且牙齿有松动现象

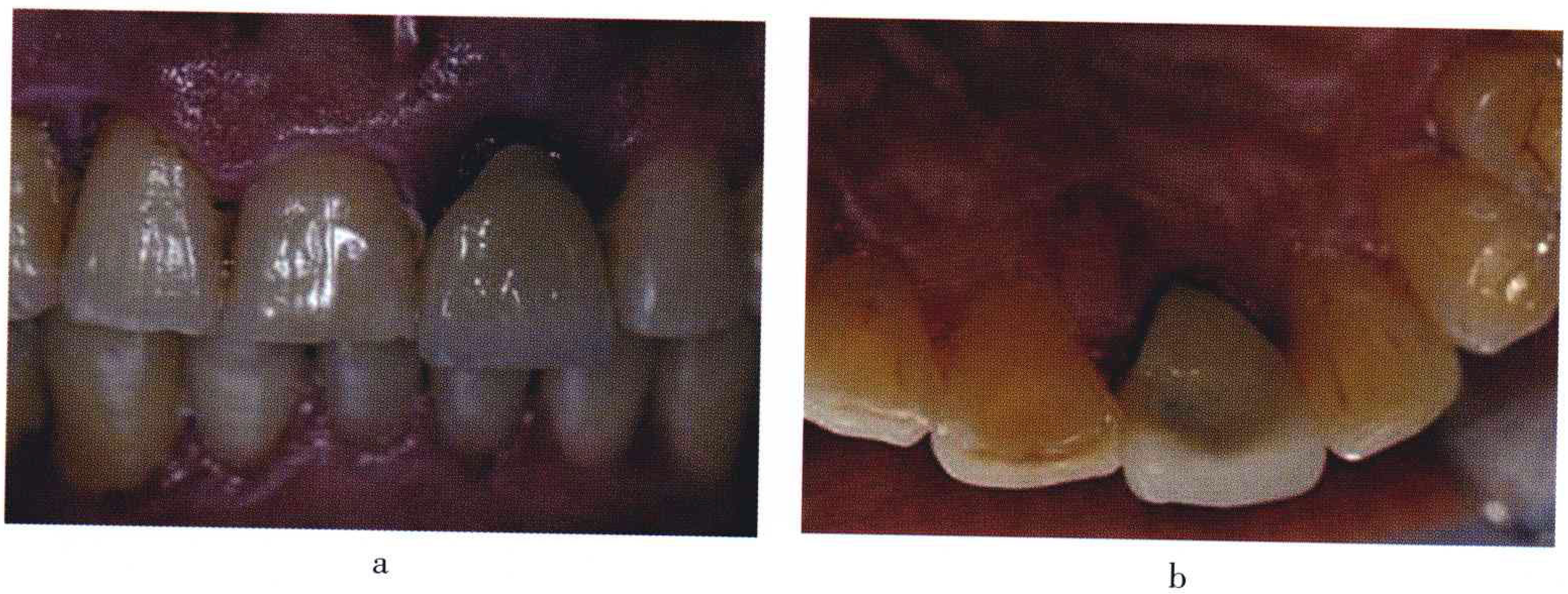


图 1-7　左上颌中切牙普通烤瓷冠修复 10 年后,由于咬合接触不良而"自然下垂"伸长,根面变色的牙本质暴露,冠的舌侧咬合接触欠佳

二、口腔外部检查(extraoral examination)

一个迷人的微笑对于颜面部的美很重要。微笑受到上唇位置、上唇曲线、上颌前牙与下唇的关系及微笑时露牙的数目等因素影响。对上下颌发育畸形、前牙牙齿缺损或排列不齐的患者来说很难有一个迷人的微笑。口腔外部检查主要包括颜面部检查、颞下颌关节检查、咀嚼肌检查等。

1. *颜面部检查*

颜面部的检查是通过视诊观察患者面部外形及特征,左右是否对称(symmetry),各部分比例是否协调(harmony),是否存在黄金分割比率。当患者端

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

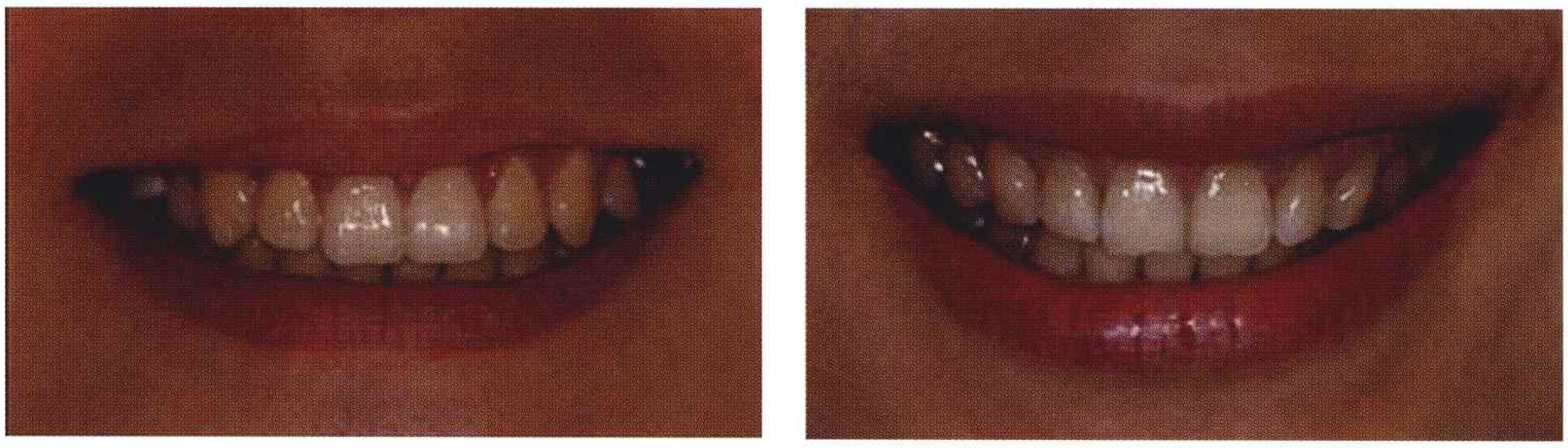
坐，牙列处于自然状态的后退位时，从前方看，两侧瞳孔中心连线、口角连线是否与水平面平行，面部中线是否能作为垂直参照线。从侧面观看上下颌骨和上下唇的突度，以及下颌角发育的情况。

2. 唇齿关系和发音的检查

观察患者在说话和微笑时牙齿和上下唇的关系，此时患者与医师的交流应在一个宽松的环境中进行。牙齿和上下唇的位置关系、前牙的咬合平面、垂直距离应详细记录在病案中，同时，有条件者应拍摄患者的正侧面照，包括正面微笑时的照片和暴露上下颌牙齿的照片，以供医技交流和牙科技师制作时的参考。

3. 微笑线

微笑线(smile line)是沿着四个上颌切牙切缘画的一条假想线。微笑线是产生“愉悦微笑”最重要的因素之一。该线在微笑时需与下唇内缘同位或平行。女性的微笑线多与下唇曲线重合，曲度较大，男性微笑线多呈直线型。上颌前牙的美学修复时需要建立一个完美的微笑线。尽管如此，从临床的检查来看，大部分人群在微笑时，两侧口角连线与水平线不平行，左侧口角略高于右侧口角的较多，而两侧口角高度一致的很少(见图 1－8)。上下唇的弧线，在微笑时两侧对称者也很少。



a　　　　b

图 1－8　微笑时左侧口角高于右侧，口角连线斜向左上方

4. 关节和咀嚼肌检查

健康的颞下颌关节功能性运动时无弹响、杂音或者开闭口、侧方运动受限症状，用双手可以在外耳道口，通过开闭口时关节触诊发现有无功能异常症状。正常的生理性下颌开口度达 50 mm，当开口度不足 35 mm 时，应详细检查产生的原因。咀嚼肌检查通常是对咬肌、颞肌、翼内肌、翼外肌、斜方肌、胸锁乳突肌等进行触诊，检查有无压痛及压痛部位。同时可通过紧咬牙检查肌肉收缩强度和左右对称性，判断有无咀嚼肌功能紊乱。

三、X 线检查

X 线检查作为口腔颌面部疾病检查的一种重要常规手段，是必不可少的。普通牙片能提供牙根及牙周支持组织的情况，特别是拟作基牙的冠、根比例，牙根的数目、形态和长度，根管充填情况。X 线曲面断层片则有助于了解颌骨、牙列及牙周情况，见图 1－9。

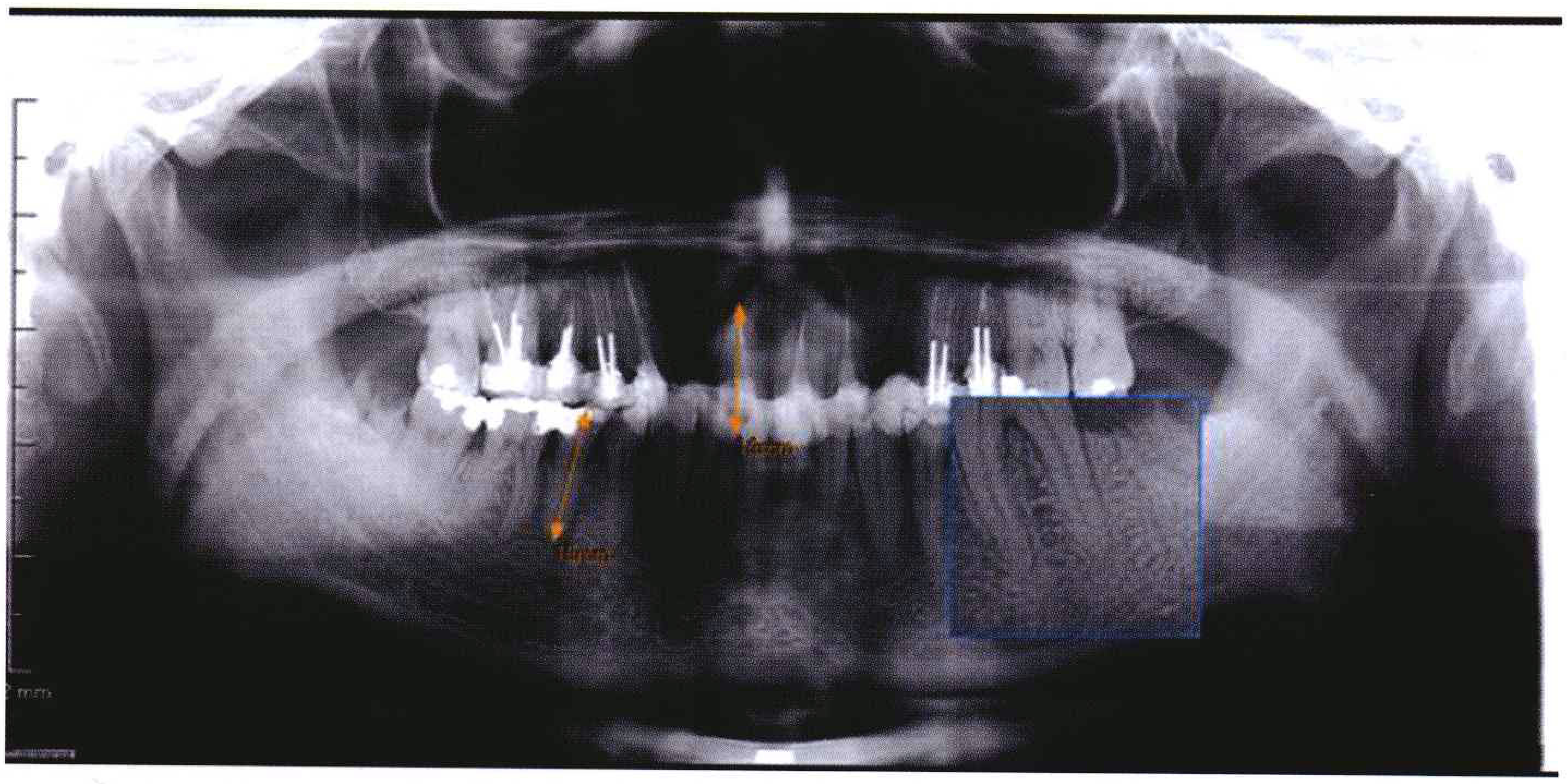


图 1-9　高清晰的数字化全景 X 线片可以全面评价牙槽骨情况，初步了解根管治疗及髁状突、关节间隙情况，同时可以测量根长和进行局部放大观察

第二节　诊断模型分析

诊断模型(diagnostic model)可以作为口腔修复检查的重要组成部分，尤其是在前牙美容修复治疗中，诊断模型的制取是必不可少的。诊断模型可提供和牙弓有关的所有信息，必要时可用面弓(facebow)将上下颌牙齿的咬合关系转移到咬合架(articulator)上进行模型分析。在需要制作诊断性蜡型(diagnostic wax-up)或临时修复时，则要在诊断性模型的复制品上进行。图 1-10 显示患者右上颌侧切牙缺失，缺牙间隙较小，右上颌中切牙近中、切缘和左上颌侧切牙远中牙体缺损，且上颌 3-3 牙齿颜色不美观。在初诊时取研究模，在模型上制作 3-3 的诊断蜡型(见图 1-11)，第二次复诊时用诊断蜡型和患者交流沟通修复治疗方案，得到患者的同意后再进行牙体预备。对于复杂的美学修复患者(见图 1-12)，不仅要用面弓转移咬合关系，在咬合架上制作诊断蜡型(见图 1-13a、b)，而且需要在口内直接采用自凝树脂制作树脂罩型(如图 1-14a、b)，让医师和患者更加直观地对治疗方案进行综合分析和沟通，以取得患者的理解。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

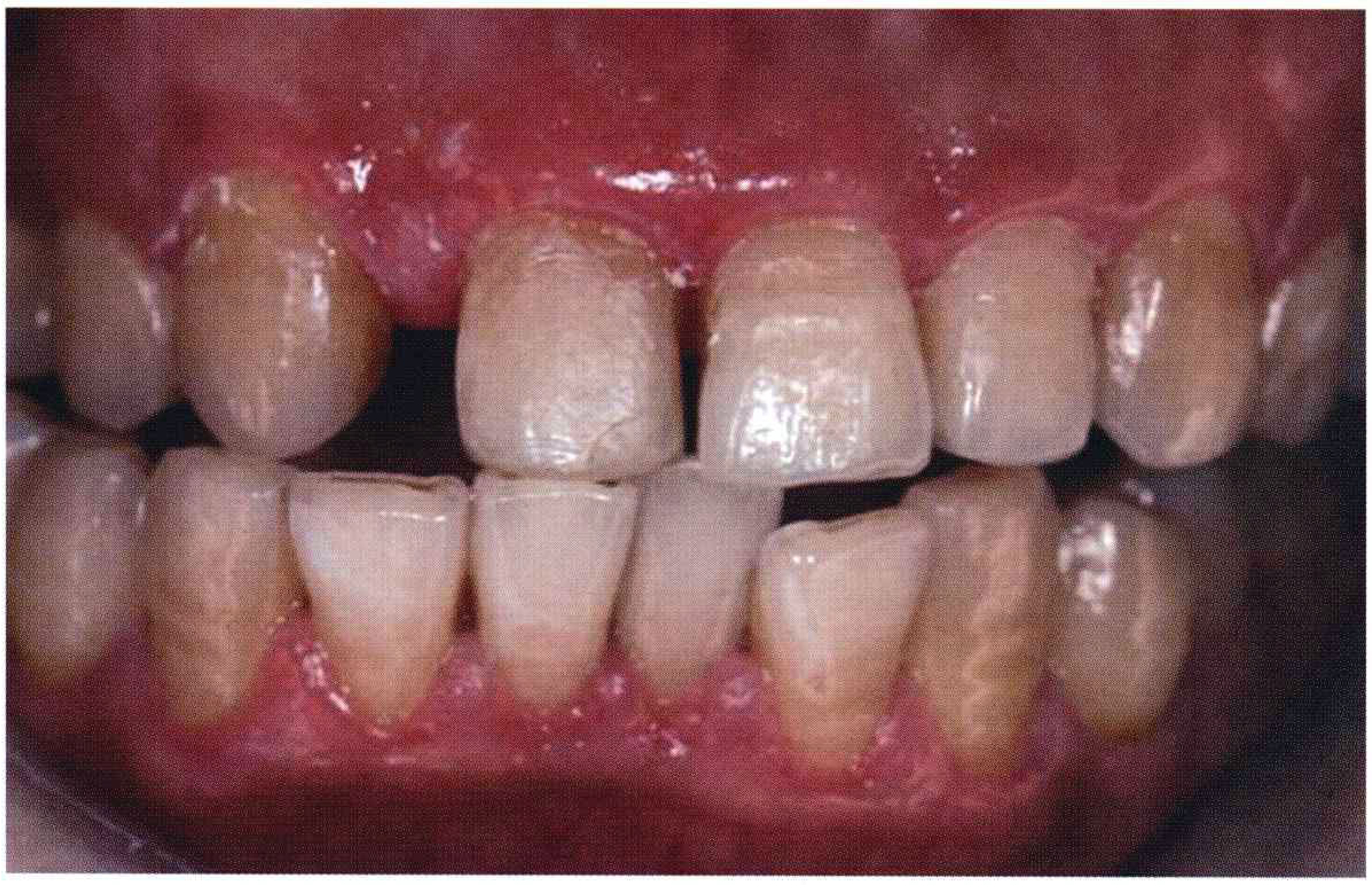


图 1 - 10　右上颌侧切牙缺失，间隙约 3.0 mm，伴右中切牙和左侧切牙牙体缺损

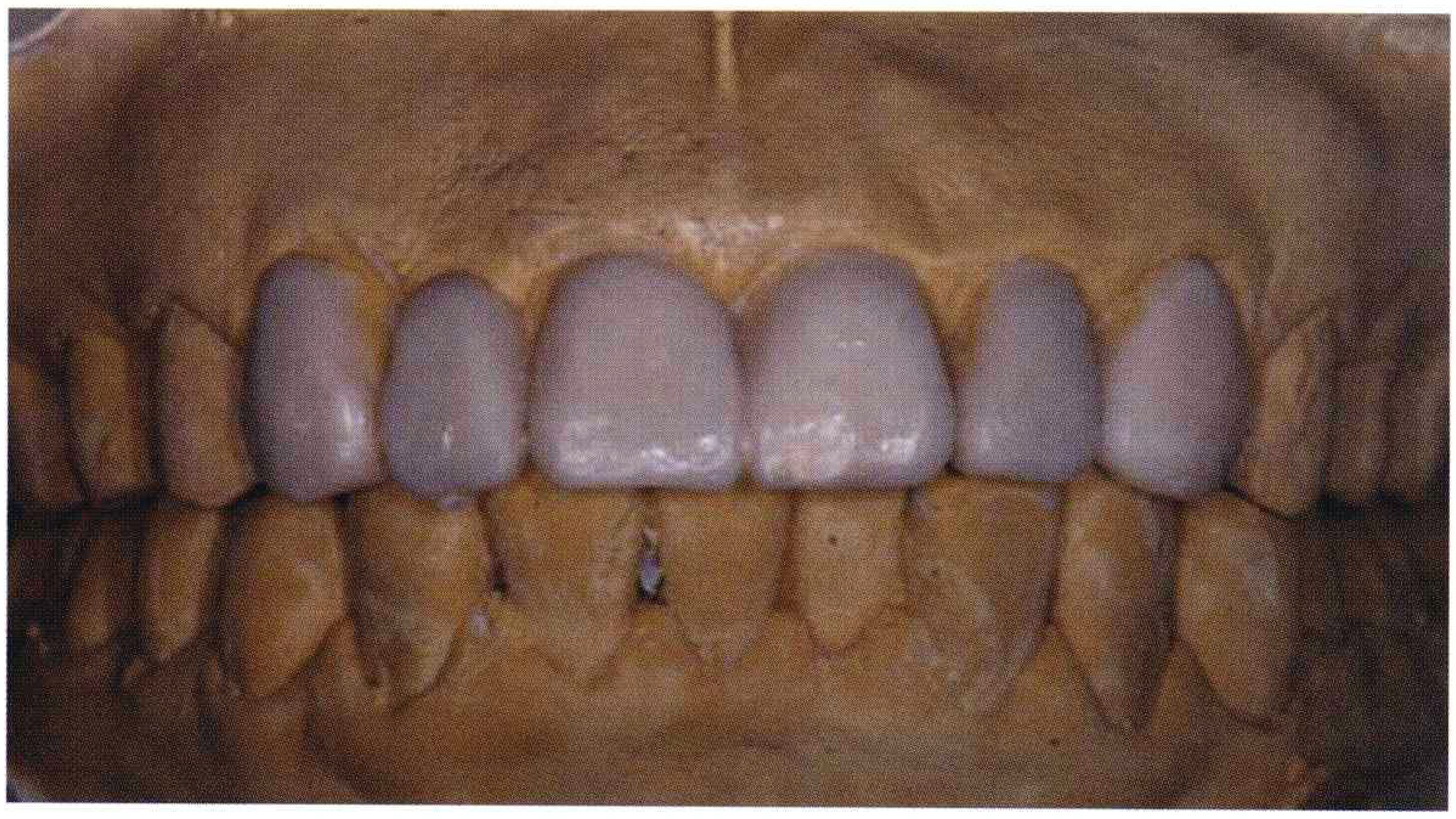


图 1 - 11　在模型上制作蜡型，调整两侧侧切牙大小和外形使之对称



图 1－12 先天性上颌侧切牙缺失，伴重度四环素牙，牙列中度磨损，两侧上下颌第一磨牙残冠



a

图 1－13 a. 取上下颌模型，用面弓转移咬合关系，根据咬合蜡堤记录上咬合架，制作上下颌蜡型，检查前牙咬合关系和侧方咬合关系，特别注意前牙外形的改变是否协调

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



b

图 1－13　b. 上颌牙列蜡型的咬合面观



a



b

图 1－14　根据上颌蜡型的外形，取模在口内制作树脂罩型，检查咬合关系

第三节　医患交流沟通

牙齿审美标准具有主客观双重性，同时又受到自身的教育背景、家庭和社会的影响。患者和医师对牙齿的审美观有时相同，有时则相反。美容牙科治疗失败的原因之一是与患者沟通(communication with the patients)的失败。有时患者不满意自己的牙齿，但又说不出不满意在哪里；有时从技术上说，治疗非常成功，患者在治疗后亦非常满意，但过了一段时间，他(她)才发现所要的并不是这种效果；有时医师和患者达成共识并制定了很好的治疗计划，但最后发现技工制作不如意，这些都是由沟通不足造成的。沟通始终贯穿美容牙科治疗的全过程。

一、医患沟通的基本技巧

首先要倾听患者对美学修复治疗的要求、目的，并从交谈的信息中判断出他们的需要。其次建立和谐的医患关系，互相坦诚、信任。最后要让患者理解修复治疗过程

中可能出现的利弊，减少治疗中的阻力。与患者交谈中态度要诚恳，既不要吹嘘自己，也不可太过谦虚，必须根据现有的医疗技术水平和材料科学的发展，客观地评价现有治疗方案的利与弊，提供给患者选择。

二、沟通的内容

在客观评估现有的医疗技术水平情况下，术者制作的修复体能否满足患者的需求，可恰当地评估原有的修复体，注意不要当着患者面直接批评原先制作的义齿。这不仅是因为对同行所做义齿妄加评论易给患者造成抬高自己、贬低他人的不良印象，同时，也不利于同行之间的团结，还有可能诱导患者对新义齿产生过高不切实际的期望。应实事求是地告诉患者，何处可改进，何处不能做到，确保患者对现有医疗技术和所用材料的知情权。

另外，让患者参与制定治疗计划，根据患者的具体情况以及患者的要求，制定出合理的治疗计划。如图 1-15 所示的义齿，在当时、当地的医疗技术水平下，制作了让患者满意的前牙美学修复义齿。尽管按照现在的技术水平和修复材料的发展，这些修复体已经过时，但在当时也许是患者和医师最好的选择。对一些预计较难处理的问题应事先向患者说明，同时还要说明治疗的时间、费用及预后情况。如有几种修复方案，应让患者权衡并作出最终选择。

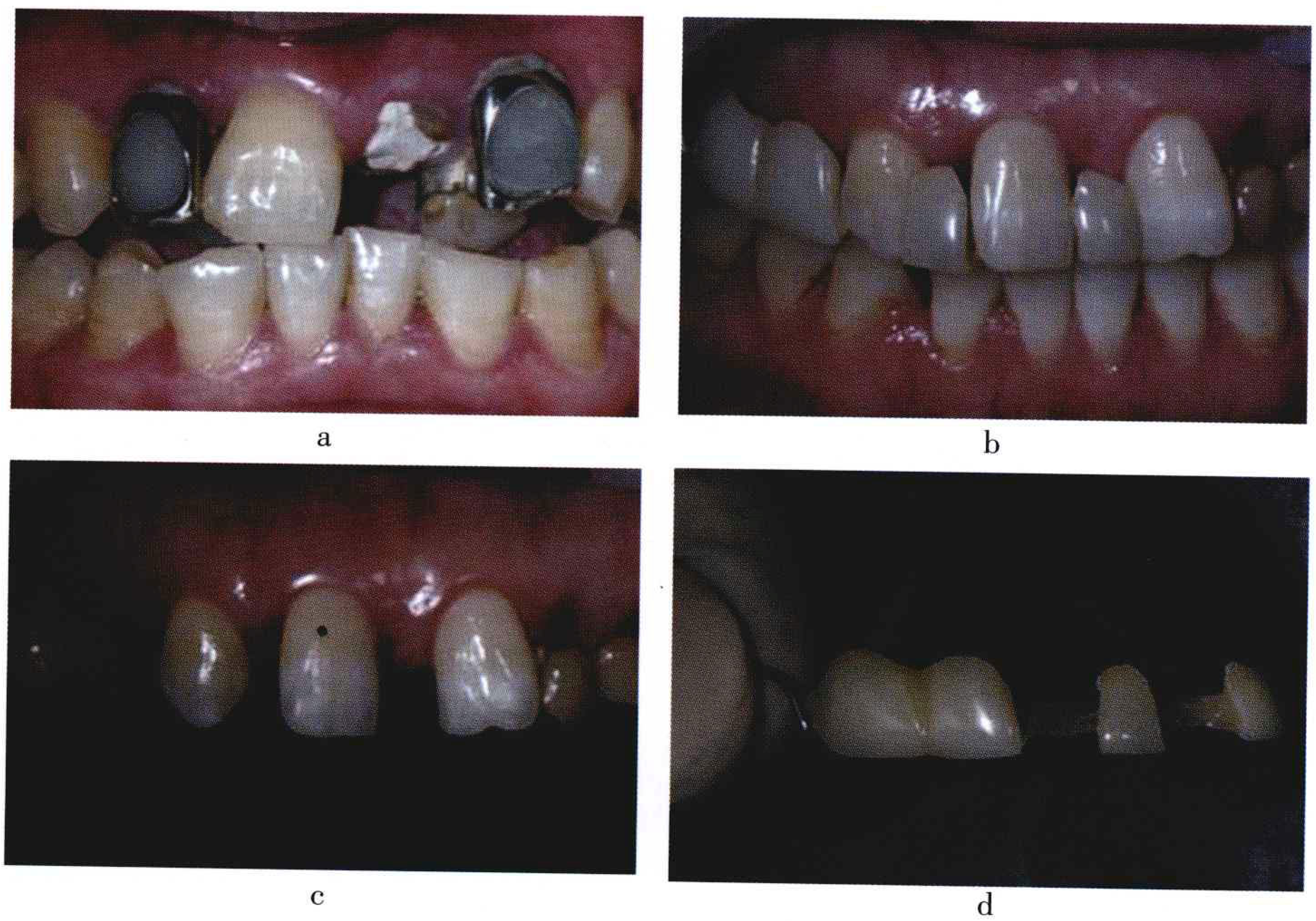


图 1-15　不同医疗水平、不同经济条件下患者戴用的固定和活动义齿以改善牙形美观

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

三、沟通语言

医师应注意与患者交流时的语言艺术：语言是人类交流思想的工具。修复医师的语言应准确明了、通俗易懂、幽默委婉。还应根据患者的性格特点寻找合适的交流切入点，可以和他（她）们谈谈感兴趣的事情，一方面可以缓解患者紧张的情绪，使其更能准确表达就诊的目的和要求，同时也可以拉近医患之间的距离，做到“看一个患者交一个朋友”，只有这样，才有利于医患之间的沟通。对于治疗过程中可能出现的问题，患者也会予以充分理解，有助于相互配合并愉快地完成修复治疗。

参考文献

[1] Paul SJ. Simle analysis and Facebow transfer：Enhancing aesthestic restorative treatment[J]. Pract Proced Aesthet Dent，2001，13：217.

[2] Fradeani M. Esthetic analysis：A systematic approach to prosthetic treatment[J]. Carol Stream：Quintenssence Publishing，2004.

[3] Chiche GJ，Kikich VG，Caudill R. Esthetics of anterior fixed prosthodontics[M]. Chicago：Quintessence，1994.

[4] Lobardi RE. The principle of visual perception and their clinic application to denture esthetics [J]. J Prosthet Dent，1973，29：358.

第二章　美学修复中的过渡修复

过渡性修复体(interim restoration)，又可称为临时修复体或暂时性修复体(temporary or provisional restoration)，是固定修复中的重要组成部分。从最初的牙体预备到最终的修复体(definitive prosthesis)完成，患者必须应得到一个暂时性修复体。过渡性修复体可以定义为一个在有限时间内提供美观、固定和实现一定功能的固定或可摘修复体，并将最终被永久性修复体所取代。

在前牙美学修复中，患者往往对美观要求非常强烈，而医师和患者对美的认同往往会存在一定得差异性。因此，在前牙美学修复完成之前，医师和患者对修复体的最终美学效果应该达成一致。无论是在电脑上的图像模拟(imagine simulation on computer)或者在诊断蜡型上展示的效果都不能代表即将制作的修复体在口腔内呈现的最终效果。因此，暂时性修复体的制作是目前临床上唯一可以在患者口腔内模拟最终修复体状态而取得患者认同的方法。此外，从临床应用上讲，除了在使用期限和某些色彩方面因素外，过渡性修复体和永久性修复体在使用的必要性上是一致的。

第一节　暂时性修复体的功能

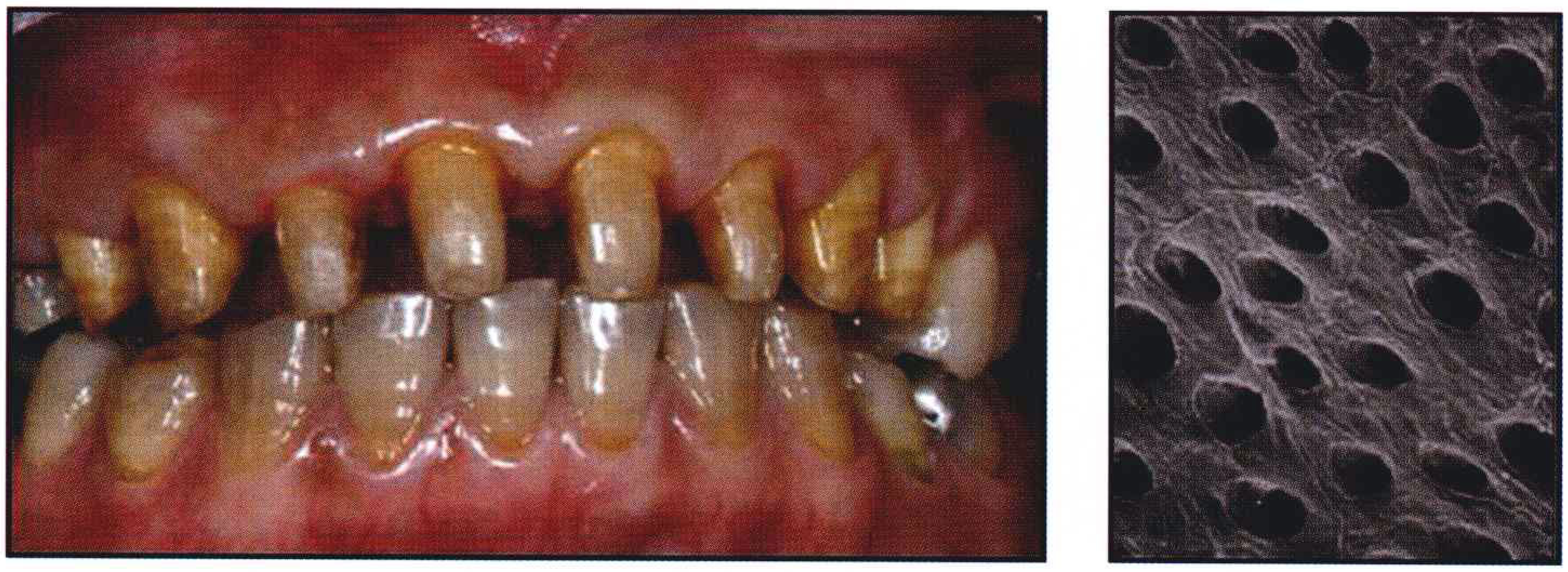
临时性修复体在治疗中可以保护预备后基牙的牙髓健康、保持牙间隙的稳定性、维持上下颌牙之间的咬合状态、维护口腔组织自洁功能和牙周组织健康、提供给患者一个过渡性的美学修复体及满足患者生理和心理的要求等。暂时性修复体的这些功能可以划分为生物学和生物力学两个方面。

一、生物学功能(biological function)

牙体预备后，由于牙本质小管(dentin tubule)暴露，牙髓组织易受外部化学、温度刺激以及细菌微渗漏(bacterial nicro - leakage)的影响而导致不利后果。暂时冠的边缘封闭和黏固剂的帮助可以减少这些不利因素的影响，维护牙体牙髓组织的健康，见图2 - 1。有研究表明：牙髓温度升高5.6℃将导致15%的牙髓活力丧失，牙髓温度升高11.2℃会导致60%的牙髓活力丧失；牙髓温度升高16.8℃的时候，牙髓则会完全坏死(pulpal necrosis)。对于经过完善根管治疗的牙体，暂时冠能维持一定的生物学封闭和防止牙冠边缘的微渗漏，从而避免根管系统的污染。在患者接受复杂的固定修复治疗过程中，由于治疗周期的相对较长，术者必须提供给患者适合的暂时性修复体，以维持

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

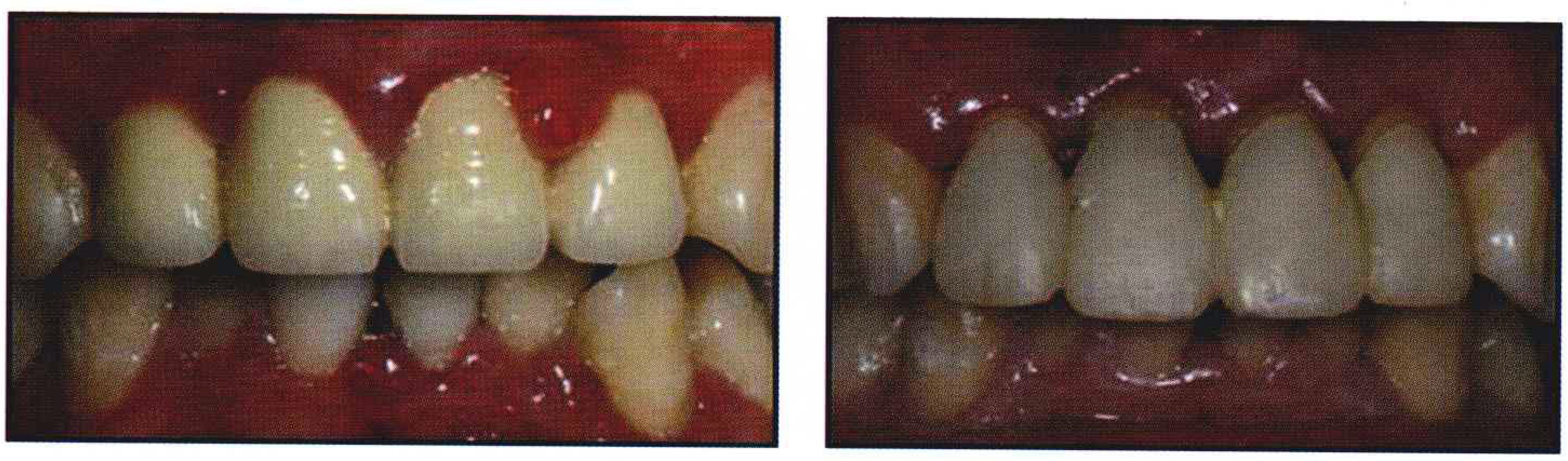
口颌系统的功能，维护牙周组织的健康。然而，由于临时冠所用的暂时性黏固剂相对较易溶解，戴用临时冠的患者要定期复诊，一般需 2 周复诊一次，如采用玻璃离子黏固可以 1～2 个月复诊一次。



a　　b

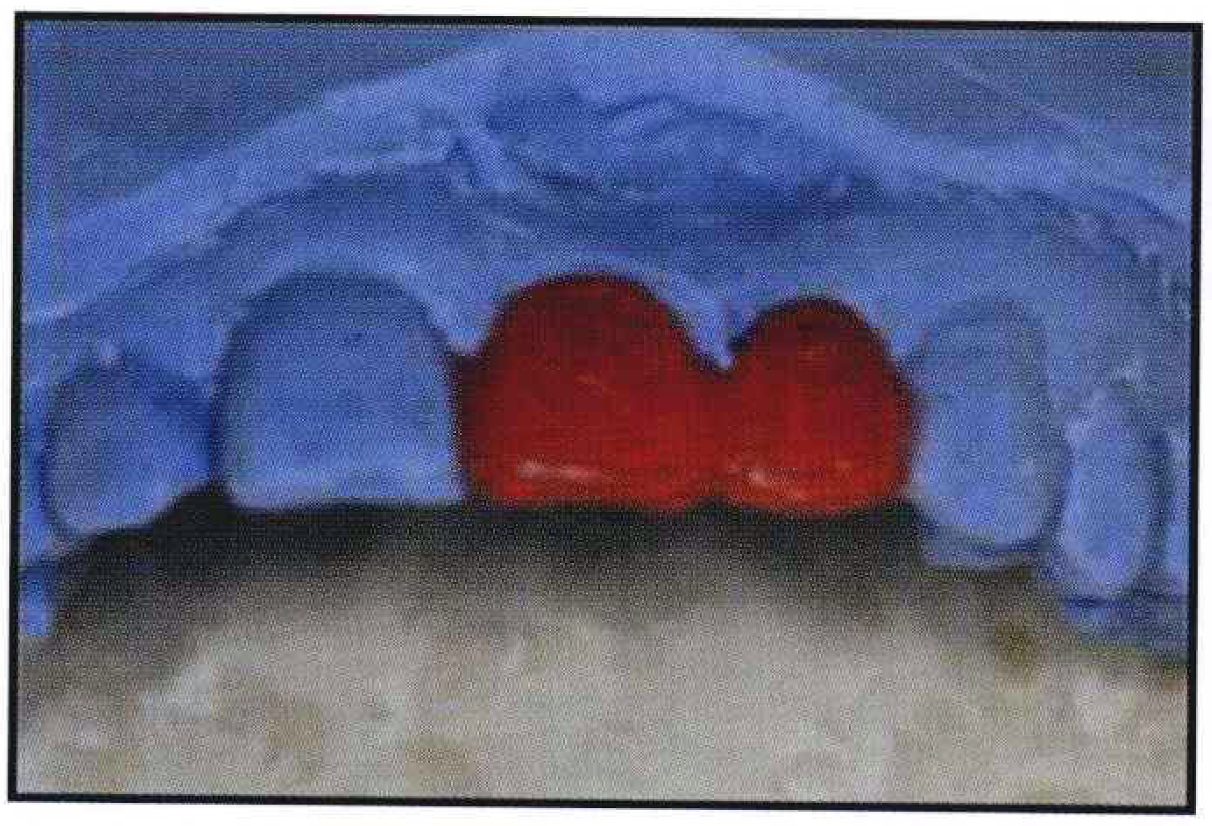
图 2-1　牙体预备后，大部份牙釉质被磨除，牙本质及牙本质小管暴露

暂时冠的另一个重要作用是维持牙周组织的健康。这种作用必须通过暂时冠的边缘完整性、合理的边缘外形、平滑和高度抛光的表面形态来完成。合适的暂时冠形态对维护牙龈组织的健康是非常必要的。过度粗糙和突起的牙体外形容易导致菌斑堆积刺激牙龈，进而使牙龈发生炎症反应和牙龈萎缩。牙龈乳头形态的保护，也依赖于暂时冠的冠边缘外形和合理的外展隙形态，见图 2-2。在固定桥修复过程中，暂时冠桥桥体必须有适当的外形，以保持缺牙区黏膜的健康和美学形态，见图 2-3。此时，在牙体预备前首先应制取患者缺牙区的印模，灌注石膏模型。在石膏模型上恢复缺失牙的形态，并在口内制作树脂罩型（resin mock-up），以确定卵圆型桥体（ovate pontic）盖嵴处的牙龈外形弧线。

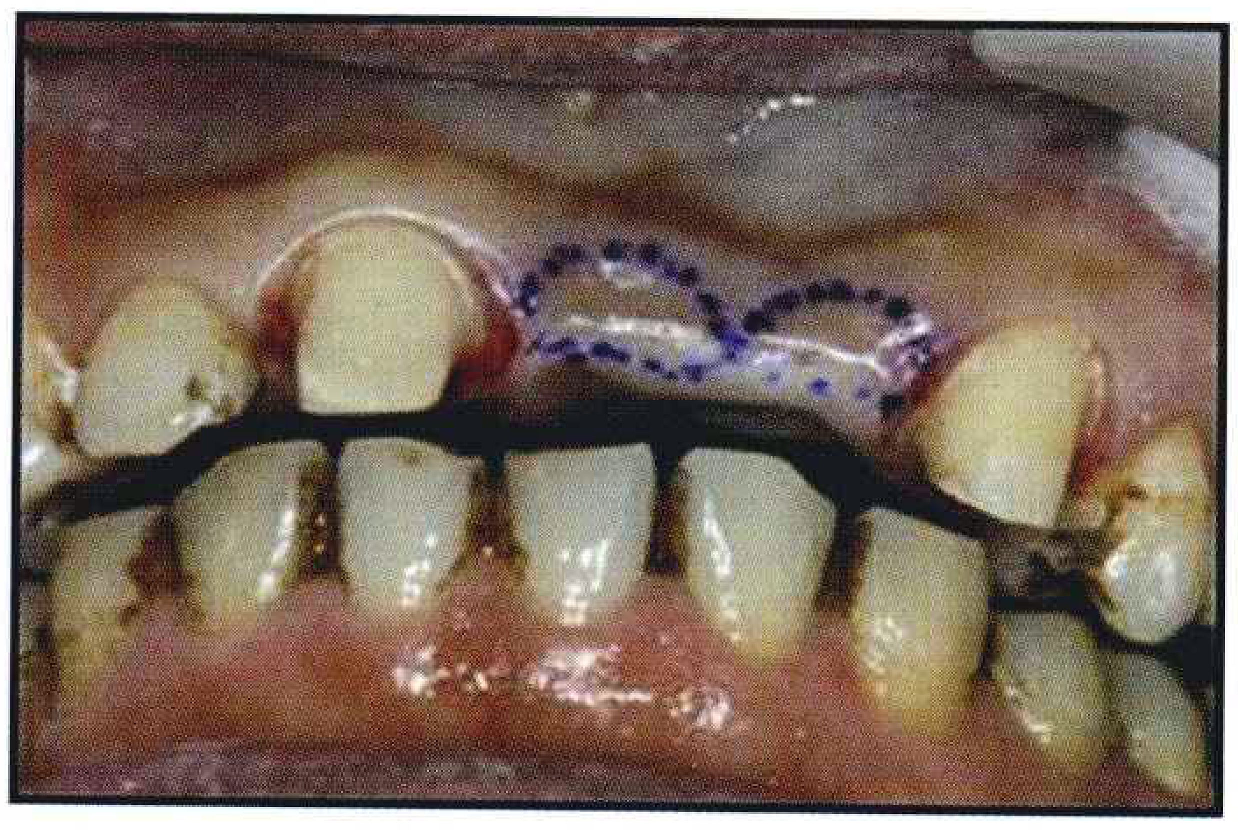


a　　b

图 2-2　上颌 2-2 的不良烤瓷修复体导致了严重的牙龈炎症和牙龈瘤的产生，需拆除原有修复体并进行牙周手术后，制作合适的暂时性修复体以维护牙龈健康

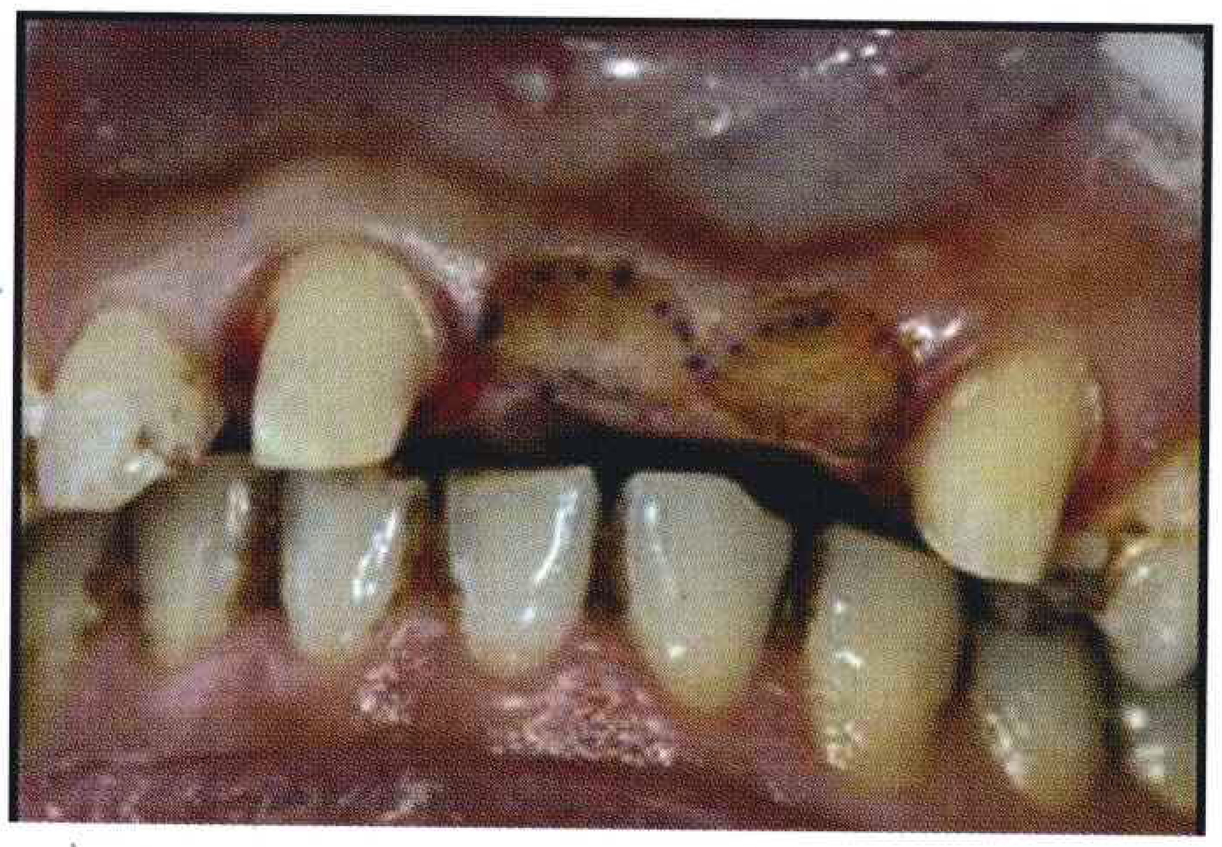


a



b

图 2－3　a. 石膏模型上恢复缺失牙外形；b. 口内制作树脂罩型，标记出卵圆型桥体牙龈弧线；



c

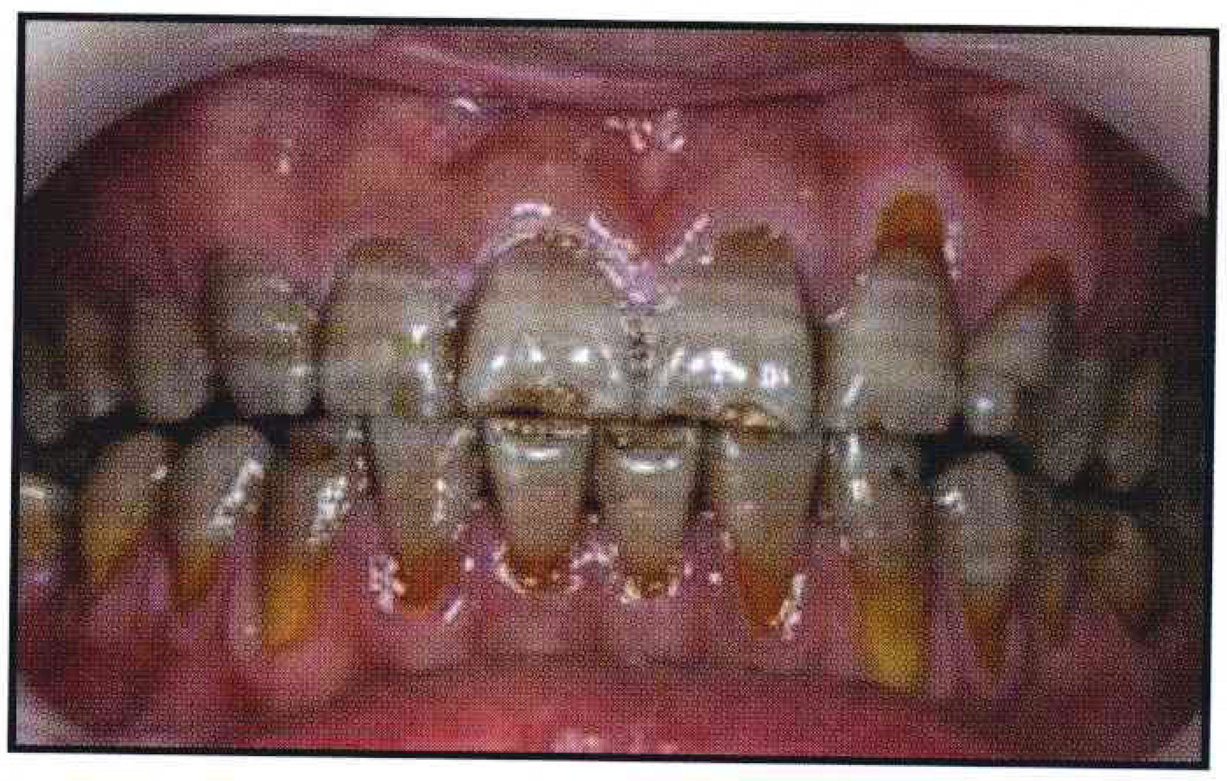


d

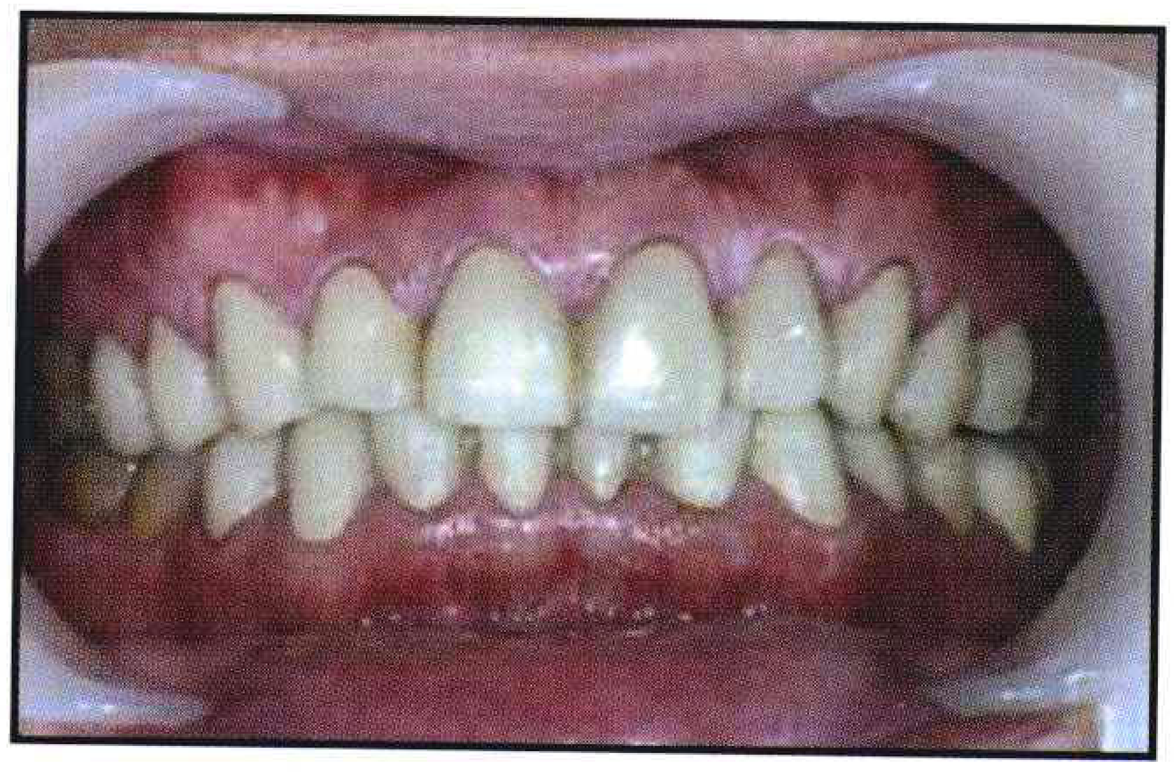
图 2－3　c. 沿标记线修整卵圆型桥体盖嵴处牙龈外形；d. 暂时冠桥保持缺牙区黏膜的美学形态

二、生物力学功能（biomechanical function）

在正常的咀嚼功能活动中，暂时性修复体应该避免发生折裂和脱落，尤其在暂时性固定桥修复治疗过程中。此外，在牙体预备后，暂时性修复体要保持预备牙的稳定，同时维持牙齿间的邻接关系以及牙列间的咬合关系，从而防止基牙近远中倾斜移位和对颌牙的颌间生长，见图 2－4。



a



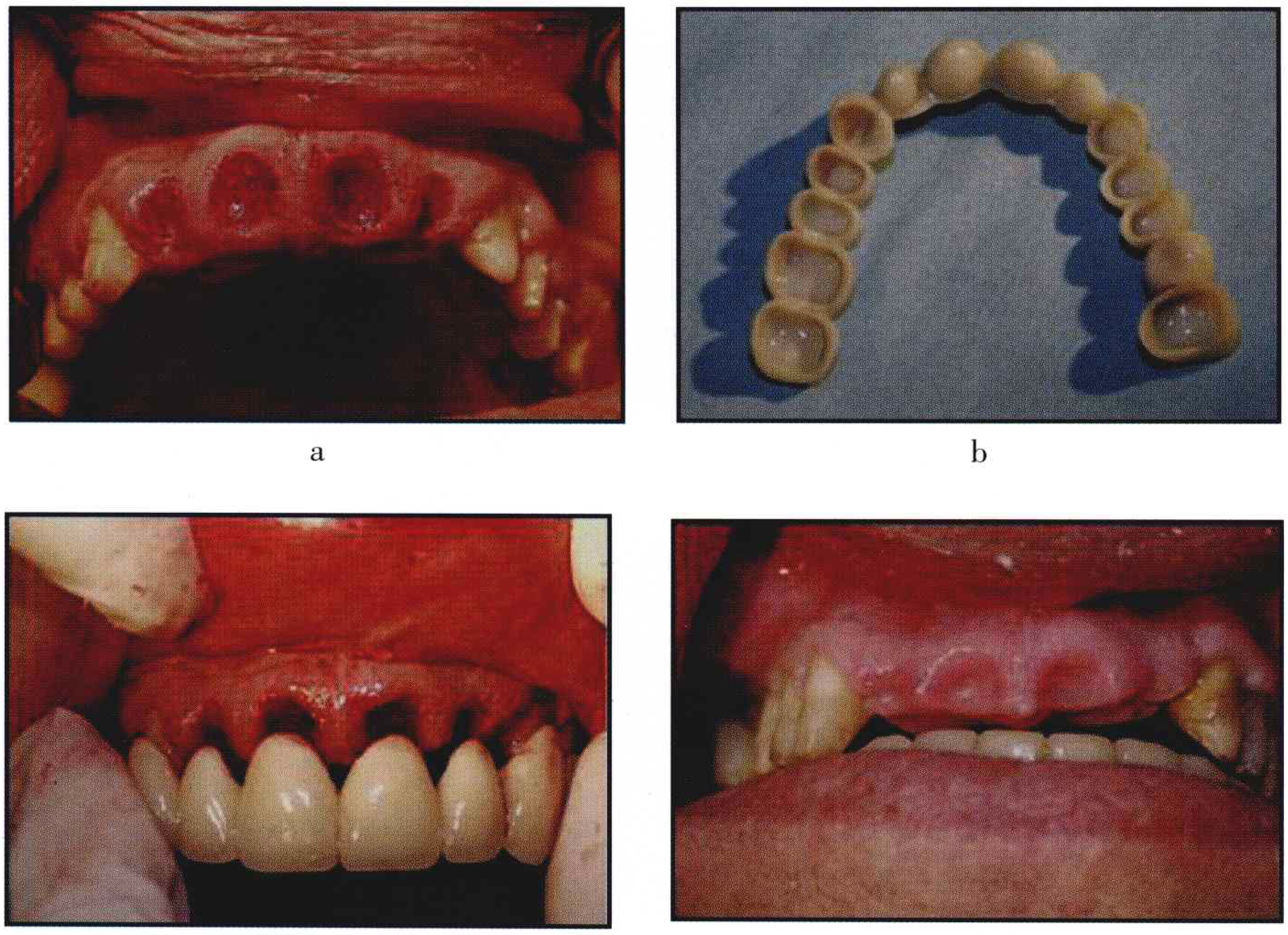
b

图 2－4　上颌 5－5、下颌 4－4 基牙预备后，暂时性修复体戴用 2 个月后的口内情况

在取得印模至永久性修复体制作的过程中，以暂时性修复体保持基牙间关系的稳定是非常重要的。咬合关系正确的暂时性修复体可以使患者感觉舒适，减少基牙

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

位移，并避免颞下颌关节或神经肌肉功能异常。对牙周病的患者，连接成整体的暂时性修复体还可以起到牙周夹板(splint effect)的作用。因而，在牙周病治疗过程中，暂时性修复体对牙齿的稳定、牙槽骨的再生长起到良好的辅助作用。在前牙区修复中，前牙暂时性修复体还需要恢复一定的唇面凸度和近远中倾斜度以达到美学效果，见图 2-5。



a　　b

c　　d

图 2-5　a. 牙周病患者上颌 2-2 拔除；b. 制作的上颌全牙列的暂时性修复体；c. 拔牙后即刻戴上全牙列的暂时性修复体；d. 3 个月后在上颌缺牙区的位置形成形态良好的 Ovate 桥体组织的盖嵴面

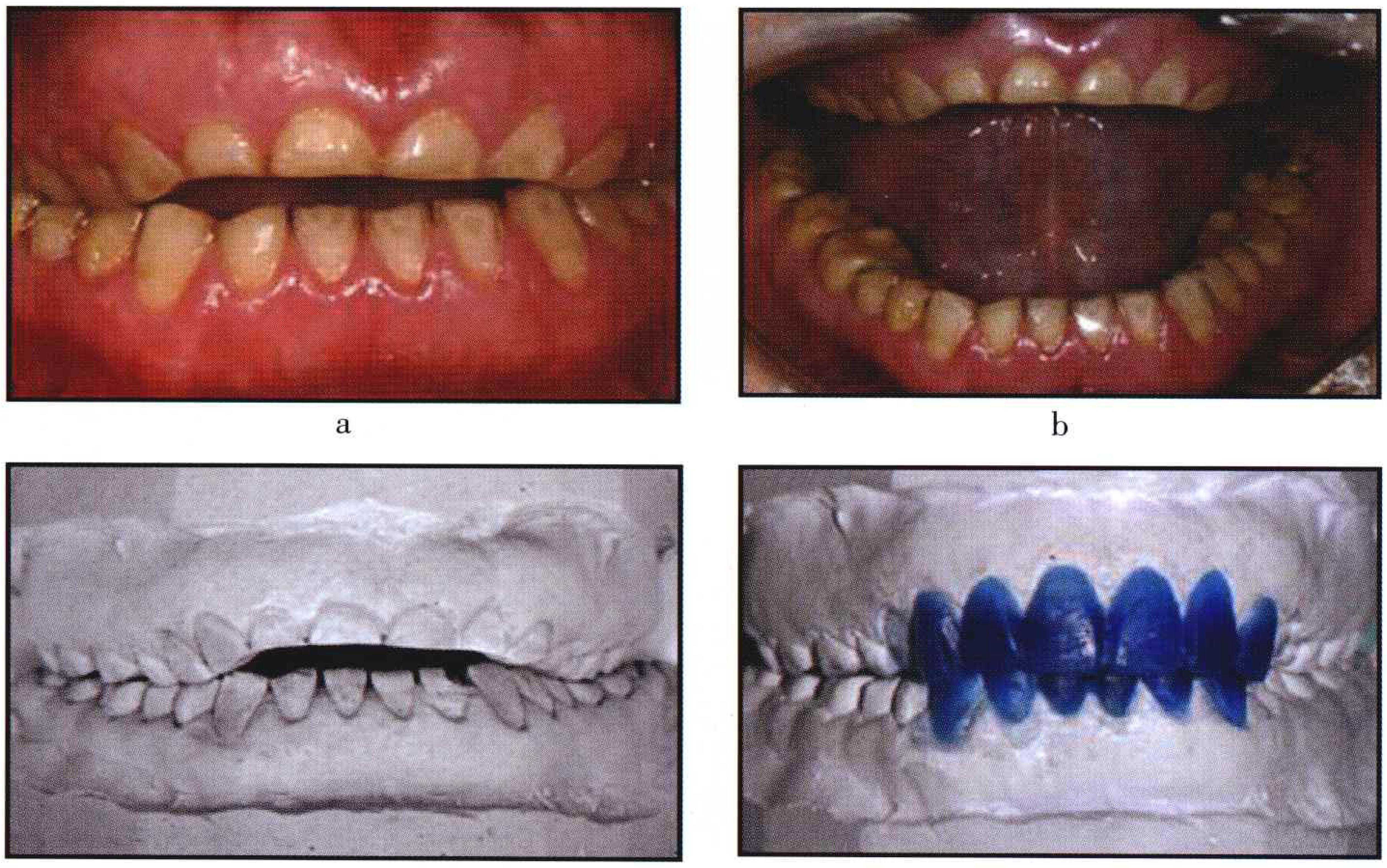
三、辅助诊断作用(assistant diagnostic effect)

在前牙的美学修复中，暂时性修复可以作为一项有效的诊断治疗工具(diagnostic tool)，也可适用于牙齿预备前的功能和美学的试戴(functional and esthetic try-in)。通过复制研究模型，制作暂时性修复体来确定当前条件下的修复治疗方案是否能满足患者功能性要求和美学要求，如图 2-5。一个具备合理外形的暂时性修复体可以作为前牙美学修复的重要参照，判断修复体是否具备满足功能性需要的固位和抗力形，同时确定是否进行了适当的牙体预备以满足最后修复体的生物力学(biomechanical)、生理学(physiologic)和美学(esthetic)要求。

当修复治疗计划复杂的时候，暂时性修复体作为一个诊断治疗工具的作用更能体现出来。暂时冠、桥需要承担多种功能并接受多次修改以配合治疗过程，在最终预备体印模制取前，暂时冠、桥可以传递给医疗技师各种信息。准确的暂时性修复体可

以快捷有效地评判颌间垂直距离、正中接触关系以及前伸咬合关系的变化。

另外，在前牙美学修复设计中，前牙牙冠长度、外形、切端位置、唇面突度以及牙体颜色等也能通过暂时性修复体方便、准确地体现出来。同时，精美的暂时性修复体也有助于牙科医师、患者和技师之间的交流，为最终的前牙美学修复提供良好的参照标准，见图 2-6。



a　b　c　d

图 2-6　a. 患者先天性牙釉质发育不全，前牙呈现无咬合接触状态；b. 全牙列呈现牙釉质发育不全；c. 取研究模型，上半可调式咬合架；d. 在石膏模型上制作蜡型，恢复上下前牙的咬合关系；

暂时性修复体还能发挥一定的辅助作用，尤其是在前牙美容修复时的牙周治疗。准确的暂时性修复可以在牙周手术中作为良好的指导，例如牙冠延长术，牙槽嵴修整术等，见图 2-7。同时，在牙冠延长术、牙槽嵴修整手术后两周必须及时制作暂时性修复体，以维护牙周组织健康，防止牙龈的增生。图 2-8 是患者在行临床牙冠延长术，缝合完成后的情况，上颌临床 2-2 的牙冠平均延长了 2 mm。图 2-9 是戴用了暂时冠一个半月后牙龈愈合的情况，牙龈色泽和形态恢复良好，牙龈无出血。对于牙髓治疗完成后，预期进行修复治疗以及某些或部分正畸治疗的患者，暂时性修复治疗也能发挥有效的作用。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

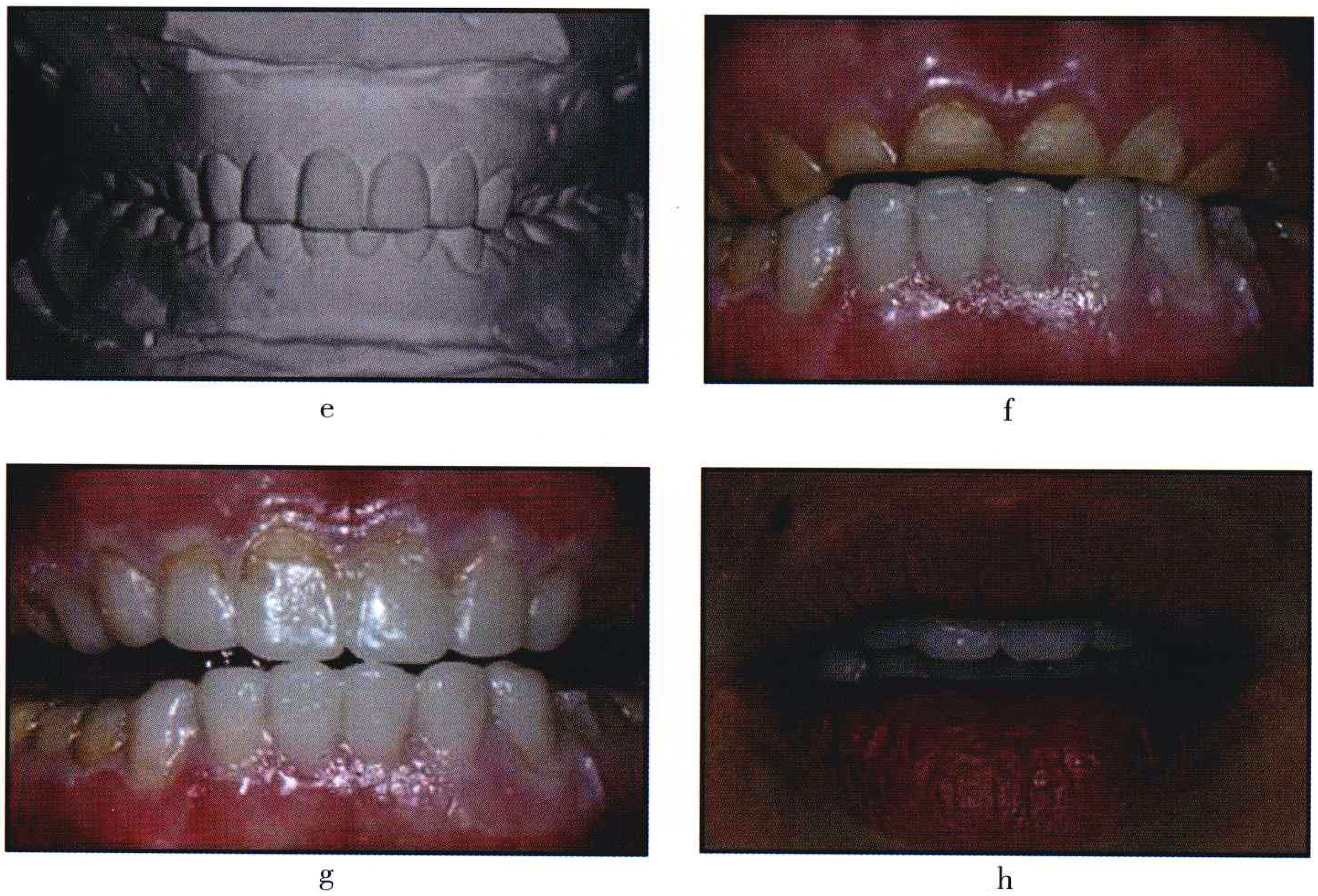


图 2－6 e. 复制蜡型模型，再灌注石膏模型供参考；f. 用自凝树脂在口内模拟修复效果；g. 在口内可视化地检查即将恢复的牙齿大小、外形和上下前牙的咬合关系；h. 观看闭口时牙齿与上下唇之间的协调性以及侧面面部外形

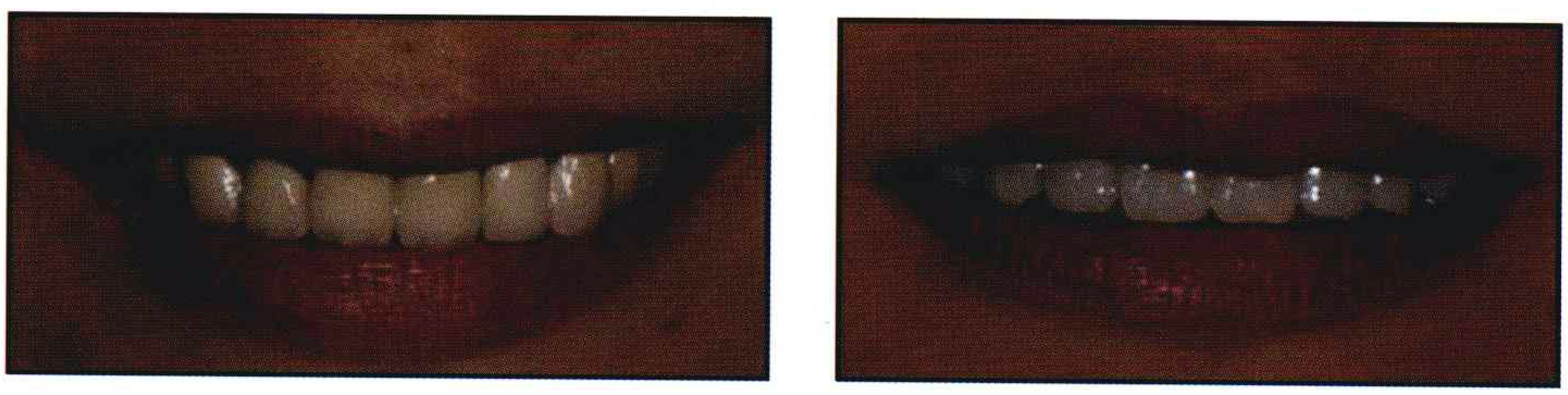


图 2－7 a. 患者原有的上颌 4－4 烤瓷修复体在口内的情况，牙齿外形、色泽极不协调；b. 拆除原有不良修复体后制作的暂时性修复体，观察其大小、外形和色泽与脸部外形、皮肤颜色是否协调

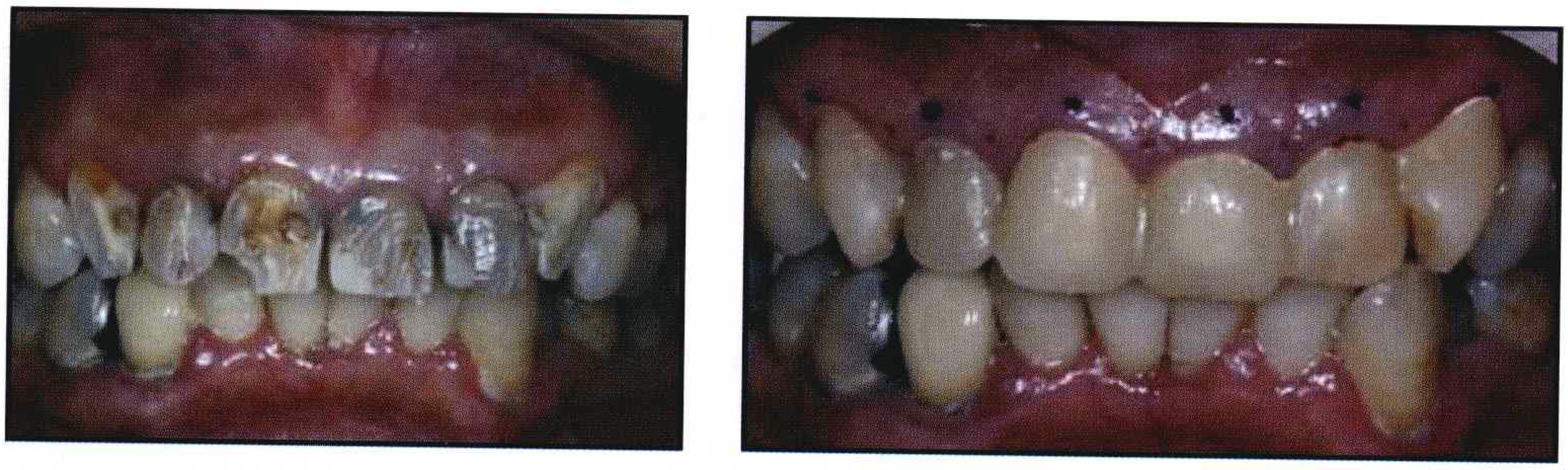


图 2-8　上颌前牙 2-2 附着龈附丽过低，露龈笑明显，牙冠长宽比例不协调，去除牙齿表面树脂补物和坏龋后，制作暂时冠修复体，直接在口内做牙冠延长术的定点标志。当然也可以先取模型，在模型上做冠延长术后的蜡型，再在蜡型上取模，印模内注入自凝树脂，在口内制作树脂罩型，以树脂罩型的边缘作为未来牙龈边缘，做牙龈成形术

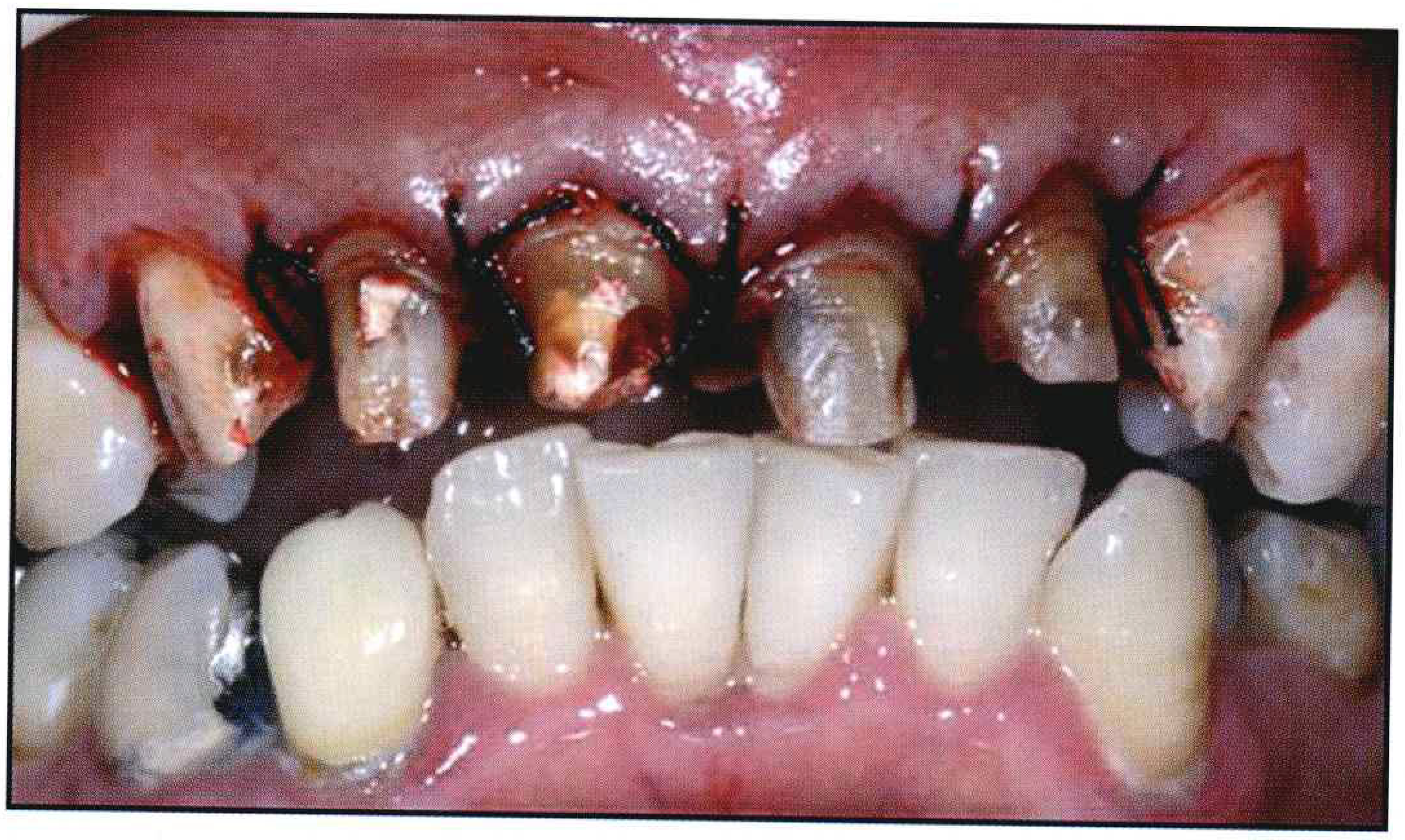


图 2-9　在牙周科医师的配合下行 3-3 牙槽骨及牙龈修正术

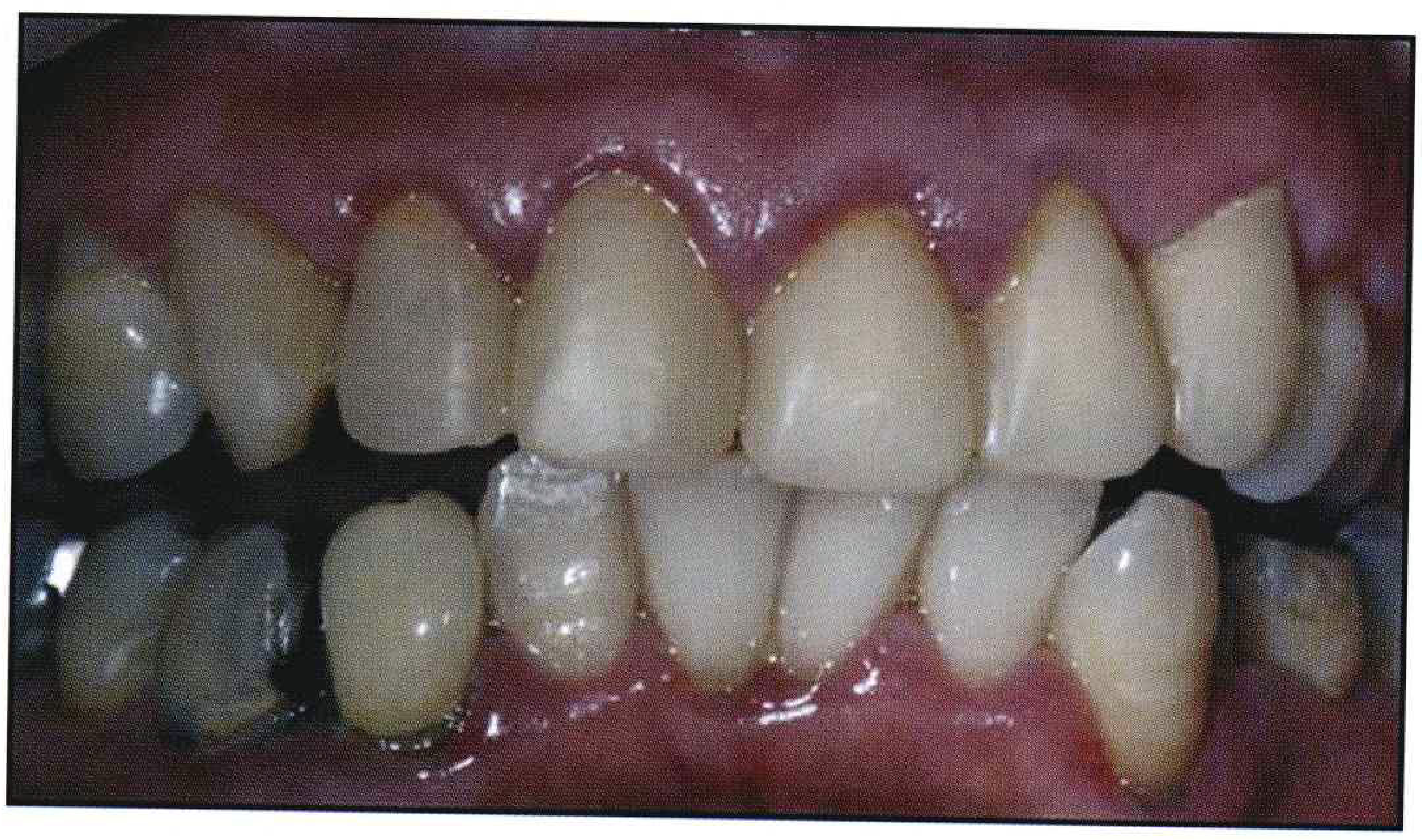


图 2-10　牙周手术后过 2 周，再制作暂时冠，以维护牙龈外形和牙周组织健康，这是上颌 3-3 戴用暂时冠一个半月后牙龈恢复的情况。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

暂时性修复体完成后，如果患者对修复体的功能、发音、美学效果表示满意，那么可以将暂时性修复体进行复制，作为技工制作永久修复体的参照。通过这种方法，就能达到患者的最大满意度。

第二节　常用的暂时性修复材料

暂时性修复材料，顾名思义是在永久性修复过程中，用于暂时性保护牙体，维护牙周组织健康并可以在一定时间内承担咀嚼功能的修复材料。目前用于一个单位或多个单位的暂时性修复材料都是树脂基质。根据聚合方式、填料组成及单体种类的不同，暂时性修复材料可以有不同的划分，包括自固化型（如聚甲基丙烯酸甲酯 poly methyl methacrylate，PMMA；聚甲基丙烯酸乙酯 poly ethyl methacrylate，PEMA）、双重固化型（聚乙烯甲基丙烯酸乙酯 polyvinyl ethyl methacrylate，PVEMA），双组分丙烯酸复合树脂（bis－acryl resin composites），光固化型聚氨基二甲基丙烯酸树脂（urethane dimethacrylate resins）等。在暂时性修复中，术者应根据各种材料的物理特性选择合适的修复材料。这些物理特性包括材料的强度、刚度，可修复性、热反应、聚合收缩、边缘完整和色彩稳定性等。

一、暂时性冠桥材料的物理特性

1. 强度和刚度

一般而言，PMMA 在甲基丙烯酸酯复合材料中强度最高。在所有材料中，双组分丙烯酸复合树脂材料具有较高的断裂强度和弯曲弹性模量，但是 PMMA 树脂比复合树脂的弯曲强度高。其他研究也没有发现在强度方面 PMMA 和复合树脂材料有显著差别。目前实验者争论主要在于文献中缺乏一个标准的实验方法，而且各种实验方法和暂时性修复体在临床要求的功能性强度之间缺少相关性。

新的双压克力复合树脂材料较传统的 PMMA 材料有更高的微硬度，这显示双丙烯复合树脂材料具有更好的耐磨性。

在抗折强度方面，按照抗折强度大小依次为聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA），双酚 A 双甲基丙烯酸缩水甘油酯（bis－GMA），聚基丙烯酸甲乙酯（PEMA）。氨基甲酸酯双甲基丙烯酸酯（UDMA）也具有较高的抗折强度。由于 bis－GMA 复合树脂材料较 PMMA 易折，在长时间的固定暂时性修复中 bis－GMA 材料更易失败。

2. 复合树脂增强

为了提高丙烯酸树脂的机械性能，各种强化技术得到利用。而强化主要是通过对填料的改进，以及在树脂中加入不同类型的纤维获得。这包括玻璃纤维、尼龙纤维、铝和蓝宝石晶须、聚碳酸酯、金属增强和碳纤维等。为了达到更高的抗压强度、抗弯强度，在填料和树脂间要有足够的黏接力。没有足够的黏接力，填料只能作为一种包涵体降低修复体强度。此外，结合了聚乙烯或碳纤维的固定修复树脂材料虽然显示弹性模量有了明显提高，但是技术上的难度和美学上的不足限制了其广泛应用。

而且这些纤维增强材料暴露在树脂材料表面时，材料的抛光将非常困难，影响了口腔卫生。

PMMA 和 Bis－Acryl 分别加以不锈钢丝、夹丝玻璃纤维、Polyethylene 纤维，通过三点弯曲实验材料的断裂强度，经过夹丝玻璃纤维和不锈钢丝两种暂时性材料具有最高的断裂强度，但美学因素和尺寸因素的限制了不锈钢丝的应用，因此采用夹丝玻璃纤维加强最为可取。

3. 放热反应

对于所有的暂时性修复材料而言，直接的暂时性冠或固定桥修复时由于聚合反应产热，对牙髓将产生潜在的危害。在聚合反应时，PMMA 较 PVEMA、VLC 氨基甲酸酯、双甲基丙烯酸酯、双丙烯酸复合树脂产热更大，而可见光固化的氨基甲酸酯双甲基丙烯酸酯聚合时温度变化最小。在比较两种自凝双丙烯酸复合树脂材料和三种双重固化的双丙烯酸复合树脂材料的聚合反应时发现，自凝类型的复合树脂材料聚合时，其最高温度显著高于另外三种双重固化的复合树脂材料。聚合反应时最高温度数值的高低与丙烯酸树脂的含量有关。

目前所有厂家生产的应用于暂时性修复体的树脂材料都有放热反应。一般而言，PMMA 放热反应最强，其后依次为 PVEMA、PEMA、双丙烯酸复合树脂，可见光固化的氨基甲酸酯双甲基丙烯酸酯（UDMA）。不考虑使用材料的化学种类，直接进行暂时性修复体制作时，不同的制作技术对放热反应时的温度峰值也有本质影响。

临床治疗过程中，可通过选择合适的暂时性修复材料、减少材料用量、适当的制作技术来减少放热反应对牙髓的不利影响。

4. 颜色的稳定性

随着患者对美观要求意识的提高，临床提供具备一定美学效果的暂时性修复体也变得重要。暂时性修复体色彩的选择要与邻近牙及对颌牙颜色匹配，在治疗期间不易变色。暂时性修复体颜色不稳定和多种因素相关，如材料本身的不完全聚合反应、材料的吸水性、表面作用、饮食习惯和口腔卫生等。根据以往资料，PMMA 材料相对 PEMA 及 PVEMA 有更好的颜色稳定性。修复体表面处理也与材料染色有关，表面粗糙未经抛光的修复体表面比高度抛光的修复体表面要灰暗得多。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

二、常用暂时性冠桥材料

见表 2-1。

表 2-1　常用的暂时性修复冠桥材料特点

	常用产品	制造商	优点	缺点
聚甲基丙烯酸甲酯 PMMA	Quickresin TAB	Shofu Kerr	边缘密合性好，横向强度高，抛光性、耐磨性能好，成本低	产热大，残余单体多，聚合收缩大，刺激性气味，固化时间长
聚乙烯丙烯酸甲酯 PEMA	Tempron SNAP	GC Parkell	抛光性能好，产热很少，抗着色，收缩小	表面硬度差，横向强度差，耐久性差，断裂韧性差
聚乙烷丙烯酸甲酯	Trim	Harry bosworth	抛光性能好，产热很少，耐磨，抗着色	表面硬度差，横向强度差，不美观，断裂韧性差
双组分丙烯酸树脂	Protemp Ⅱ Luxatemp	3M ESPE DMG	边缘密合性好，产热少，耐磨，横向强度高，收缩小	表面硬度差，抗着色差，抛光性能稍差，易碎
光聚合复合树脂(VLC)	Triad	Dentsply	表面强度高，耐磨，横向强度高，颜色稳定	边缘密合性差，抗着色差，比色范围小，昂贵，易碎

第三节　暂时冠制作方法

暂时性修复体制作有多种方法。最基本的需要以成型片来形成修复体的外形。暂时性修复体的内部适合性可采用直接法(direct technique)在已预备的牙体上进行调整，或采用间接法(indirect techniques)在已预备牙体的石膏模型上进行。

1. 成型器的制作

传统的成型器一般用于制作多单位或复杂的暂时性修复体，多以薄的真空成型材料或合成橡胶印模材料制成。对热塑真空成型材料而言，要求有一个研究蜡型的复制石膏模型。而聚乙烯硅氧烷使用更为方便，可以直接从研究蜡型或石膏模型上翻制并获得精密的解剖形态。聚乙烯硅氧烷材料较真空成型的聚丙烯材料聚合温度峰值也有明显的减少。此外，传统的成型材料有蜡、热塑型树脂、不可逆的水胶体印模材料、硅橡胶。见图 2-11。

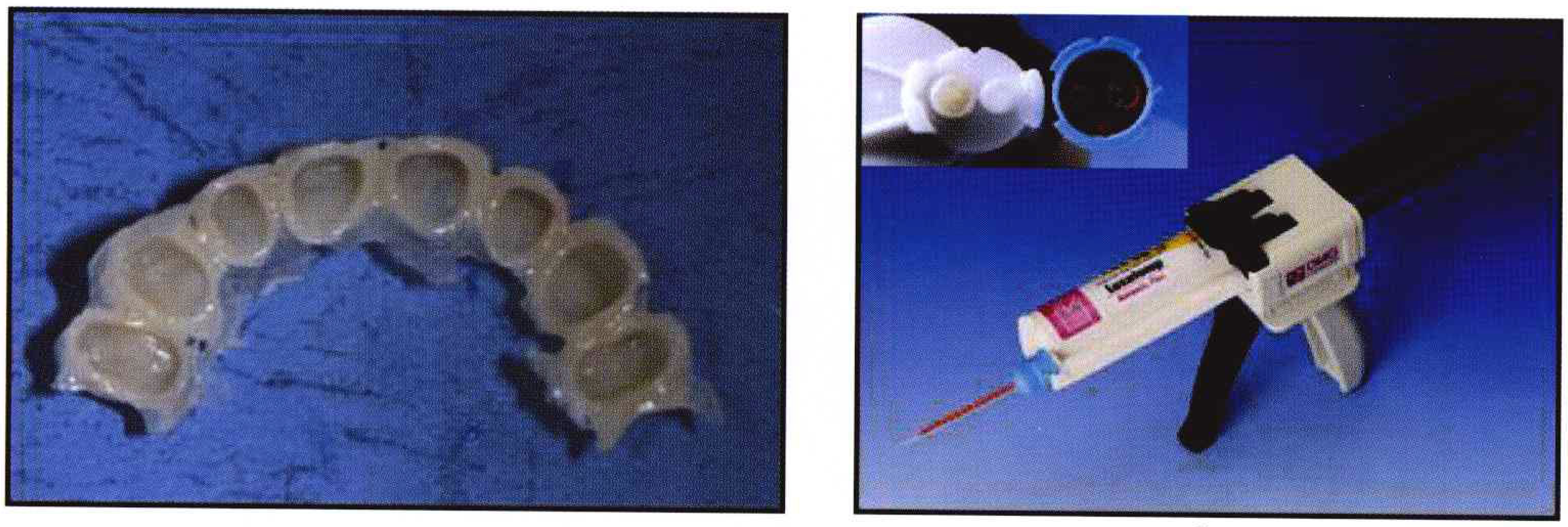
2. 直接法

直接法是在口腔内已预备的牙体上直接进行制作修复体的操作。一般是在牙体预备前从口腔内取模，灌注石膏模型，并在模型上对基牙进行必要的修饰，或制作研究蜡型，再在研究模型上压铸成型器或用藻酸盐印模料、硅橡胶制取印模备用。当牙体预备完成，成型器可于患者口腔内试戴合适后，将预备牙体冲洗、吹干，再以石蜡油润滑。将选择好的暂时性修复材料按照厂家的操作说明混合后从一个方向注入成型器或印模中，避免气泡产生，再将带有暂时性修复材料的成型器或印模放入口中，准



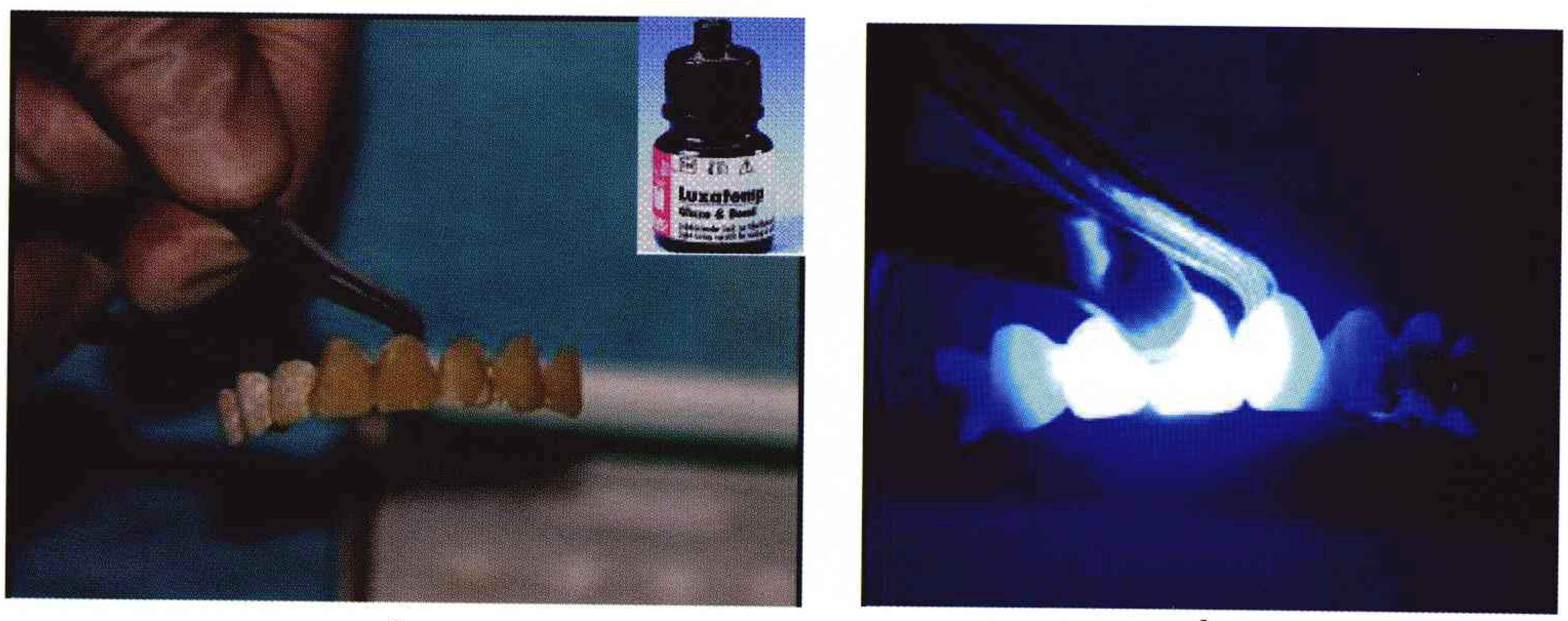
图 2-11　热塑聚合印模材和藻酸盐印模复制的暂时性树脂贴面

确置于已预备好的牙体上等待聚合。注意材料聚合时的放热反应对活髓牙的不利影响，同时避免材料进入邻接的牙间隙不能取出。在聚合反应期间，为防止牙髓损伤和暂时性修复体进入倒凹，建议在树脂结固的橡胶期取下暂时性修复体，在口腔外完成固化，见图 2-12。这种方法对于聚合收缩较小的双丙烯酸复合树脂材料比较适合，而对聚合收缩较大的甲基丙烯酸树脂材料并不很适合。



a　　　　　　　　　　b

图 2-12(a、b)　用双丙烯酸树脂制作的暂时冠



c　　　　　　　　　　d

图 2-12(c、d)　暂时冠表面涂布液态抛光剂然后光固化

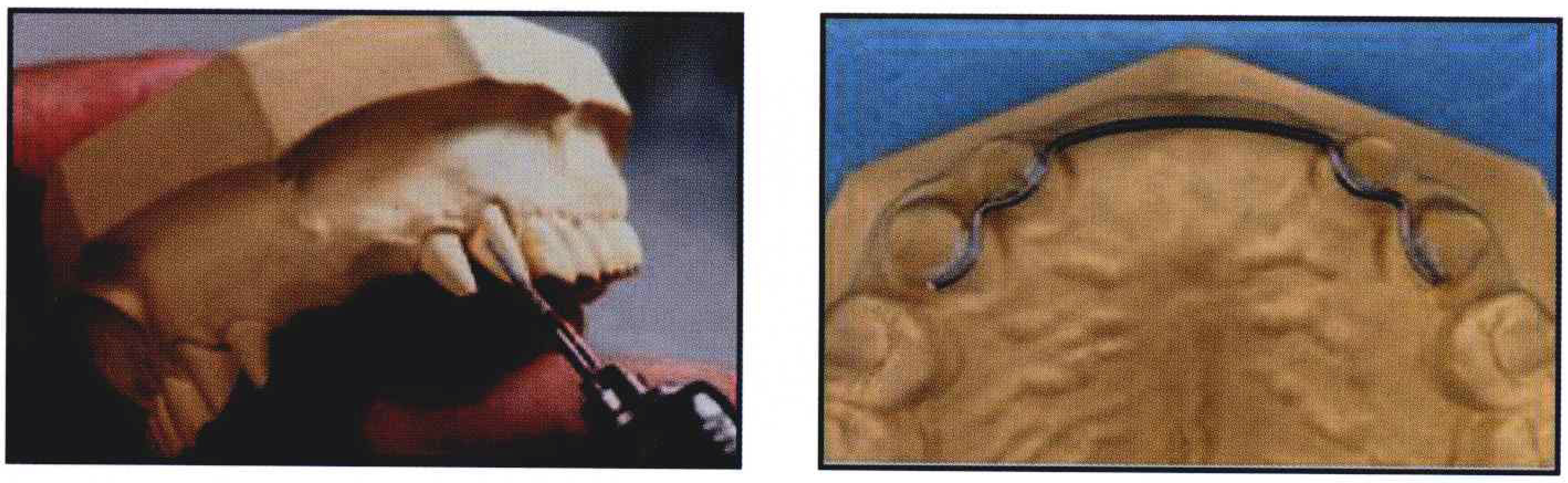
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

直接法的优点在于效率更高，操作更简单；缺点是由于操作在口内进行，牙髓组织和新鲜牙本质会受放热聚合反应产热的直接影响，未聚合完全的暂时性修复材料生成的单体和其他刺激性化学物质也会对周围组织产生不利影响。

3. 间接法

间接法和直接法有相似处，但相对复杂得多。牙体预备后，用印模材料取印模，灌注超硬石膏模型，或在模型上进行牙体预备。将分离剂均匀涂布在模型上预备后的代型、邻牙和缺牙区组织面上，将选择好的材料混合后仔细导入成型器内，将成型器准确牢固地放在模型上以保证成型器完全就位。成型器可用皮筋固定，将成型器和模型一同放入压力锅内的温水中，通过完全的聚合反应以增强密度和获得材料的最佳物理特性。见图 2-13。

间接法由于在口外操作，避免了材料聚合时的放热反应、单体及其他化学物质对牙髓和牙本质的刺激。在多个桥体的复杂固定桥或多单位牙体进行暂时性修复时，由于口内操作不易控制放热反应的产热，一般采用间接法技术制作。间接法的缺点是操作过程中印模材料和石膏模型的使用增加了工作时间和材料的使用次数，同时，修复体需在口内进行修补和重衬。



a　　b

图 2-13(a、b)　a. 石膏模型上预备牙齿；b. 在缺牙区采用钢丝来加强树脂的强度



c　　d

图 2-13(c、d)　采用丙烯酸树脂制作完成的暂时修复体的唇舌侧观，一定要注意冠边缘和外展隙的外形修整，在基牙上冠与预备体不密合的部位可用少量的树脂在口内直接重衬

5. 暂时性修复体的边缘密合性

不论何种方法制作的暂时性修复体，关键是确保修复体的边缘密合性，预防牙髓过敏，防止黏结材料流失后细菌侵入，引起继发龋或牙髓坏死等现象的发生。同时，良好的边缘封闭性也可促进牙周组织的健康，维持牙龈正常结构，有利于最终印模的制取。口内直接重衬有助于提高直接法或间接法制作的暂时性修复体边缘密合性，而暂时性修复体有一定的重衬空间和材料排溢道是非常重要的。

6. 暂时冠桥的黏结

暂时性修复体应采用中等强度的暂时性黏结剂黏结，现临床多采用氧化锌丁香油水门汀。前牙美容修复时如采用全瓷修复体，暂时性冠黏结剂必须采用不含丁香油的暂时性黏结剂。这种不含丁香油的黏结剂应用广泛，易于去除，不会影响树脂黏结剂和树脂桩核的适用。如暂时性修复体在口内需要戴用较长时间，必须让患者定期每1～2周复诊一次，检查修复体的边缘密合性，并及时更换黏结剂。笔者使用较久的暂时性修复体，采用了合适玻璃离子黏结而取得较好的效果，在3个月到半年的时间内没有发生修复体脱落或边缘封闭欠佳现象，只是暂时冠桥在下次取模时有时需要破坏才能取下。

目前，很多修复科临床医师忽视暂时性冠桥的修复，使暂时性冠桥只在印模制取后的几分钟制作并在修复过程中显得无足轻重。暂时性冠桥作为印模制取完毕和修复体黏结前的过渡性修复，其治疗目标也是尽可能短期地维持在牙体上。这样制作的暂时冠很难让患者满意，反过来也对医师和技师制作一个完美的修复体形成压力。然而，暂时性修复体是固定修复中的重要组成部分，除了是生物学和生物力学方面的要求外，暂时性修复体也为临床提供了有价值的诊断信息，它提供了一定的功能和美学要求，并作为永久性修复设计的蓝图。在选择材料进行暂时性修复时，临床上要考虑多个因素，如：①材料的物理特性（弯曲强度、表面硬度、耐磨性、稳定性、聚合收缩、颜色可选择性和稳定性、X阻射性等）；②操作特性（混合时间、有效工作时间、预期固化时间、修复和抛光特点）；③患者的接受程度（嗅觉和味觉）和材料价格。目前尚没有一种材料能满足临床所有要求，对分个单位的暂时性修复体而言，双组分丙烯酸复合树脂材料具有许多有益的特性，如较低的放热反应，最小的聚合收缩度，最小的气味和无让人反感的味道，相对快的固化时间，易修整性和精确的边缘密合性。在进行多单位复杂的长跨度的固定修复时，PMMA是不错的选择。PMMA有较高的弯曲强度、很好的可修补性，易于抛光，可接受边缘密合性，有较好的美学特性，并且价格低廉。

参 考 文 献

[1] Tuncer Burak Ozcelik, Burak Yilmaz. A modified direct technique for the fabrication of fixed interim restorations[J]. J Prosthet Dent, 2008, 100: 328.

[2] Balkenhol M, Knapp M, Ferger P, et al. Correlation between polymerization shrinkage and marginal fit of temporary crowns[J]. Dental Materials, 2008, 24: 1575.

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

[3] Balkenhol M, Meyer M, Karin M, et al. Effect of surface condition and storage time on the repairability of temporary crown and fixed partial denture materials[J]. Dental Materials, 2008, 36:861.
[4] Nejatidanesh F, Lotfi HR, Savabi O. Marginal accuracy of interim restorations fabricated from four interim autopolymerizing resins[J]. J Prosthet Dent, 2006, 95:364.
[5] Kim SH, Wattes DC, Polymerization shrinkage - strain kinetics of temporary crown and bridge materials[J]. Dental Materials, 2004, 20:88.
[6] Mariana LC, Carlos AG, Federico BS et al. Study of shrinkage-strain and contraction rates of commercial and experimental compomers[J]. Dental Materials, 2006, 22:1063.
[7] Geerts G, Overturf J, Oberholzer T. The effect of different reinforcements on the fracture toughness of materials for interim restorations[J]. J Prosthet Dent, 2008, 99:461.

第三章　牙龈美学结构的再现

第一节　概　　述

牙体预备前，用外科或非外科的手段维护和修复牙周组织健康是前牙美学修复中必不可少的临床步骤，健康的牙龈形态能够给最终的修复体在齿龈结合部位(dentogingival complex)提供良好的美学外观。同时，随着现代社会人们对牙齿美观的重视程度的不断提高，患者不仅要求拥有一个功能良好的牙列，还希望拥有令人满意的龈“红”(pink gingival)、齿“白”(bright teeth)相间的外观。美学微笑的设计(esthetic smile design)中包括牙齿、牙龈、口唇三者的关系：牙齿就像一幅画，牙龈是装饰画的边框，口唇则是开启这幅画的窗帘(见图3－1)。上下唇和下颌牙齿是能运动的，牙齿和牙龈的形态可以通过牙科医师来改变，这就要求口唇、牙龈、牙齿之间有一个和谐一致的比例关系，才能给他人一个愉快的微笑。随着年龄的增长，由于磨损等因素的作用，牙齿失去了原有理想的“黄金分割”比例(长：宽＝1.6：1)而影响了美观，但这一理想的比例可以通过现代的牙冠延长术得以再现。因此，每一位临床口腔科医师都应具备基本的牙周生物性美学原理的知识，重新认识牙周基础结构的重要

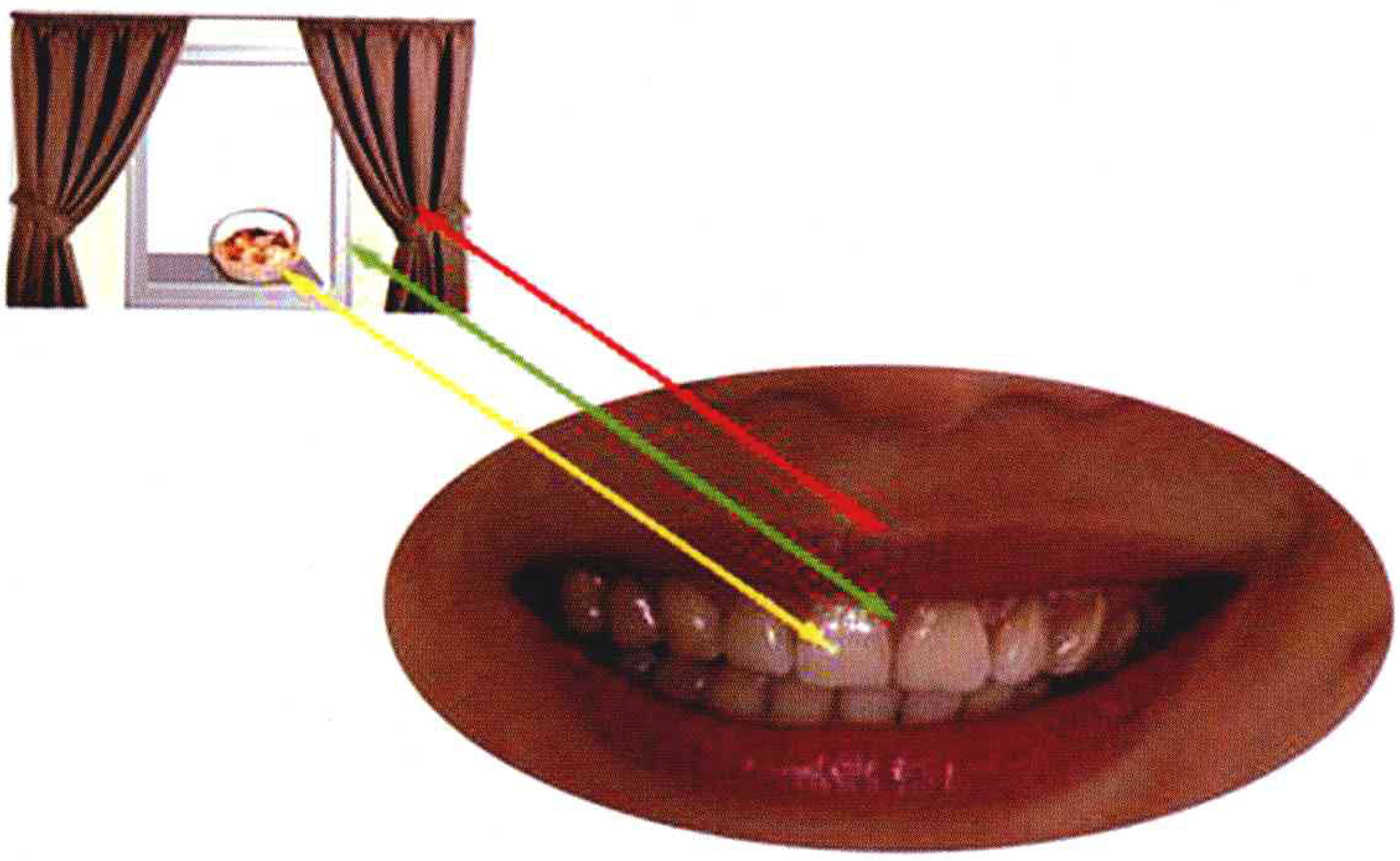


图3－1　牙齿、牙龈、口唇三者的关系：齿就像一幅画，龈是装饰画的框，唇则是开启这幅画的帘

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

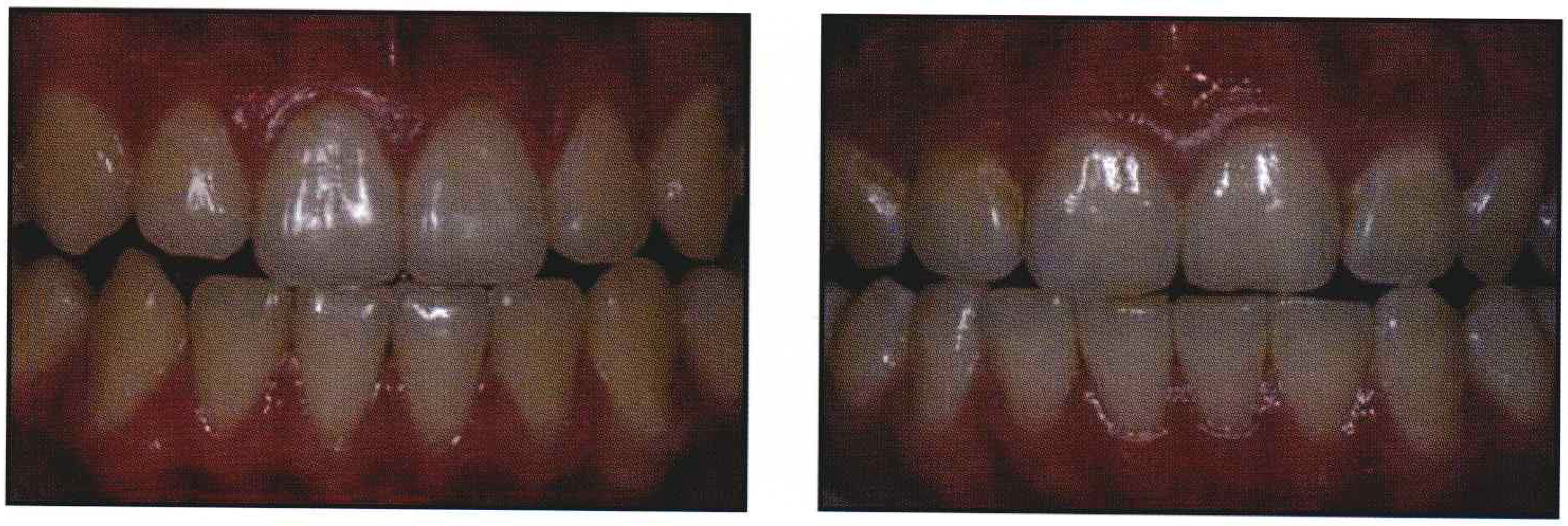
性，从而才能对患者现存的牙周状况做出评估，并预测治疗的结果。没有健康的牙周组织作基础，或不顾及牙周健康，任何美容修复都是不能长久的。在接诊每一位想做美学牙科修复的患者时，医师不仅应考虑主诉牙的牙体状况，还应顾及其周围组织的生理及病理情况。牙周治疗可以为修复治疗打下良好的基础，同时修复治疗也必须考虑到维护牙周组织的健康。牙周美容外科技术治疗的目的，就是通过牙周外科手术的方法，改变形态缺陷的牙周组织，如牙龈退缩、唇系带附着异常、龈缘线高度不一致、露龈微笑、过短的临床牙冠影响修复体的固位等，通过牙周、修复、正畸、种植、齿槽外科等多学科的合作，满足患者美学修复的要求。

第二节　牙龈的解剖结构及美学

不论从解剖学还是从美观的角度，临床牙冠与牙龈的关系最为紧密，再洁白、美观的牙齿，如果没有健康和形态自然的牙龈衬托，都难以达到理想的美观效果。因此，掌握牙龈特性及其形态美观特征，对前牙的美学修复是非常必要的。

一、牙龈的解剖结构

健康的牙龈一般呈粉红色，质地致密而坚韧，龈缘呈薄扇型（thin - scalloped）或扁平型（thick - flat），紧贴牙齿颈部，龈乳头充满牙间隙，龈沟探诊时不出血，附着龈表面有点彩，见图 3 - 2。在临床上，健康前牙的牙龈探诊深度在邻面为 1.0～3.0 mm，在唇面为 0.5～1 mm。对于正常牙龈结构的了解，有助于牙科医师在临床牙体预备时，对极其薄弱的牙龈损坏程度达到最小化。牙体预备、牙龈压排、取模、暂时冠的修整、黏结剂的去除都会引起牙周组织的损伤，如果这种机械性的损伤，仅仅局限在附着上皮（epithelial attachment）内，由此而引起的炎症反应是可逆的。如果导致了结缔组织的损伤，将会导致牙周组织不可逆转的病变。同时，由于菌斑的堆积、修复体不合适的外形和粗糙的表面也会加速病变的发展。



a　　b

图 3 - 2　正常的牙龈形态和外观。a. 薄扇型龈外观；b. 扁平型龈外观

1. 龈缘线

龈缘线的形态在前牙区是美学的重要参数。在上颌中切牙至尖牙区，龈缘线呈

现从远中向中线的抛物线形，其最高点一般位于龈中点线偏远中，在下前牙通常位于牙齿的中线上。在牙齿位置和排列正常的情况下，上颌中切牙的牙龈缘顶点的位置对美观的影响最大。

上颌前牙同名牙的龈缘线应左右对称，尤其是两个中切牙龈缘的对称性在决定上颌牙列美观方面起着重要的作用。侧切牙龈缘高度的变化及其远中部位牙龈缘的对称性对美观也很重要，但少许的不对称性对美观影响不大。如图 3-3。

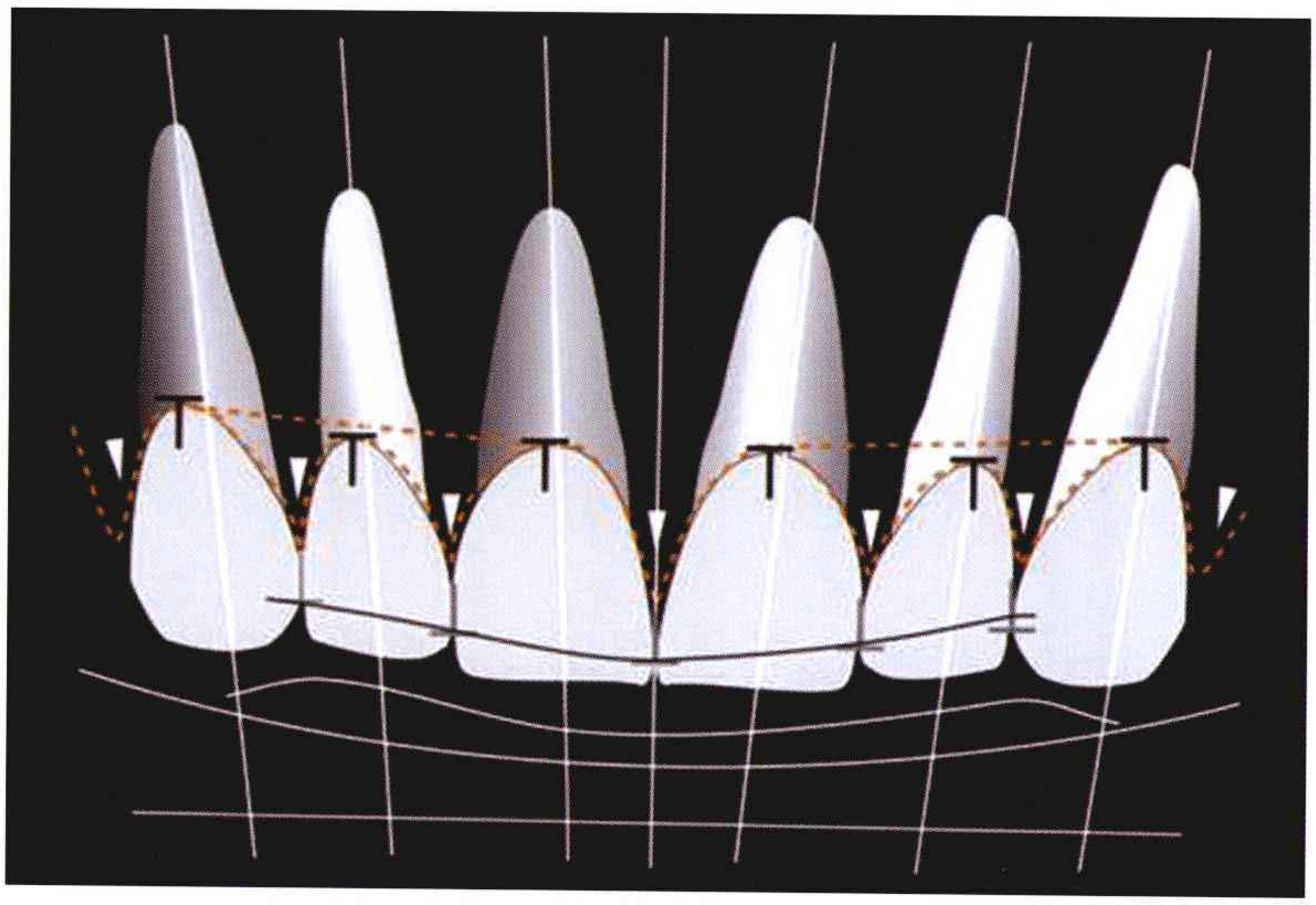


图 3-3　牙齿、牙龈、下唇的位置关系图。上颌牙齿龈缘线顶点位于牙龈中点的远中，牙齿间隙有扇形的牙龈组织-牙龈乳头，年轻人上前牙切缘的外形连线呈“海鸥展翅型”。侧切牙切缘与下唇之间有 0.5～1.5 mm 的距离。龈缘顶点的连线应呈现左右对称美

2. 龈线

龈线是指上颌前牙双侧同名牙牙龈高点的连线。当切平面与瞳孔连线平行时，上颌中切牙龈线的平行、对称和适当高度显得非常重要。理想的上颌前牙龈线应与牙冠切缘和下唇线保持平行，而且还要与颌平面保持基本平行；如果不平行，不仅会改变个别牙齿牙龈和牙冠的协调性，而且会影响到全口牙齿的美观。

3. 龈乳头

龈乳头呈锥形，充满外展隙，龈乳头一般从牙邻间隙向临床牙冠切端伸展达冠长度的 1/3，在邻面的龈缘线与釉牙骨质界的形状一致，所有牙龈的外形呈薄的扇贝状。上颌牙龈乳头水平从尖牙到中切牙逐渐靠近牙齿切缘侧。牙龈乳头顶点位置的高低主要取决于牙齿邻面的突度和牙齿间的邻接情况，一般情况下 牙齿间距小的部位顶点较高，当牙齿间距不足 0.3 mm 时，会由于缺少牙间牙槽骨的支持而出现牙龈乳头缺失的情况，而当牙齿间距过大时又会因为牙龈乳头变得扁平而导致牙齿间存在较大的间隙，影响前牙美观。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

二、牙周组织的生物学宽度（biological width）

根据 Gargiulo 等人 1961 年的研究，正常人尸体解剖标本测量了龈-牙结合部各组成部分的解剖结构，其结果的平均值如下：龈沟深度为 0.69 mm，上皮附着长度为 0.97 mm，牙槽嵴顶上方的结缔组织为 1.07 mm。所以正常龈-牙间距即为从龈沟底到牙槽嵴顶的距离，平均为 2.04 mm，这一生物学宽度是龈下生理性范围的标志。每个牙以及不同人种的个体牙之间可能存在一些固有的差别，但这一生物学宽度存在于所有的健康牙上。生物学宽度在维持牙周组织的稳定性方面起着重要的作用，生物学宽度不足在临床上很容易引起牙龈炎症，甚至导致牙周组织丧失。它的意义在于各种原因造成生物学宽度的变窄及消失都将导致牙周组织的破坏，即初期的牙龈充血、牙龈出血；时间久了，长期的慢性刺激在局部牙龈组织较厚的情况下，会使牙龈增生，在较薄的区域则产生龈退缩；再进一步则损伤结合上皮和纤维结缔组织对牙面的附着，同时炎症的刺激使结合上皮增生，并向根端移位，形成牙周袋，导致牙槽骨吸收。因此，对于即将进行牙冠修复的牙齿，牙槽嵴顶以上至少要确保有 3.0 mm 宽的距离，其中 2.0 mm 为生物学宽度所需，余下 1.0 mm 距离留给牙冠修复使用。因此，为了前牙修复的美观需要，基牙预备的肩台只能放在龈下 0.5 mm 的位置上。临床牙冠修复后出现牙龈红肿，常常与在处理修复体边缘时未充分考虑生物学宽度有关。

生物学宽度也是牙周美容治疗的原则，即牙周手术后牙龈边缘线的稳定（gingival margin stability）必须建立在恢复牙齿正常生物学宽度的基础上。凡是牙周手术涉及牙槽骨环形修整的牙齿，一般都需要 6～12 个月的观察时间才能确立稳定的生物学宽度。在此期间通常是采用临时冠进行修复，以维持患者牙齿的美观、形态和发音功能。同时，在进行基牙预备和临时冠修复时，应尽量避免对牙周组织造成损伤，见图 3－4。

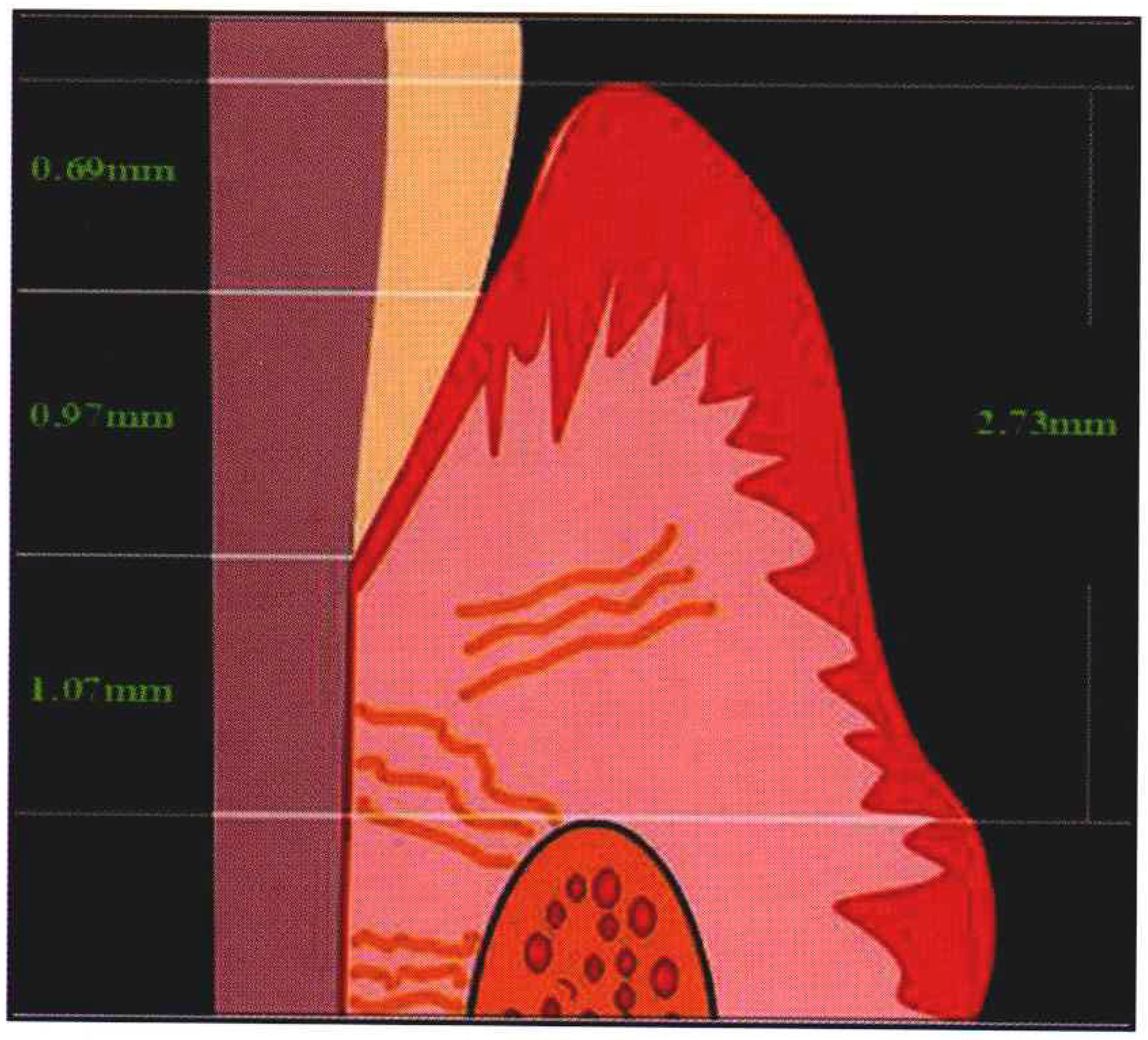


图 3－4　牙周生物学宽度示意图：箭头所指龈沟底到牙槽嵴顶的距离为 2.04 mm

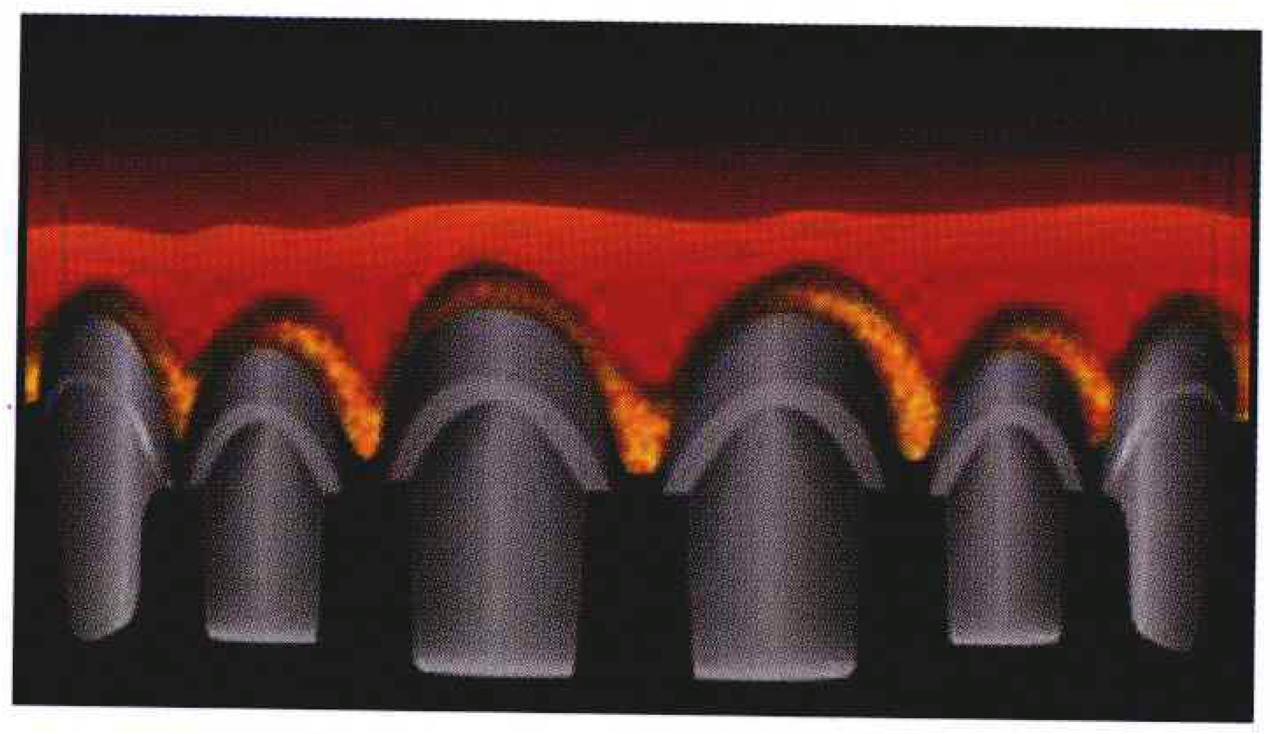
第三节 前牙美学修复中的牙周治疗

牙龈发生炎症时，会出现牙龈颜色变红、点彩消失、龈乳头肥大增厚和表面光泽改变，牙龈与牙冠之间也随之出现不协调。特别是当患者处于微笑状态时，这种不协调就会更加明显。牙龈炎症不仅会引起牙龈颜色和形态的改变，还会影响到牙冠美学修复的效果，导致修复牙冠的突度、邻接关系不佳和边缘不密合。因此，在牙冠修复前治疗牙龈炎，重建健康的牙龈形态，在前牙美学修复中显得十分重要。

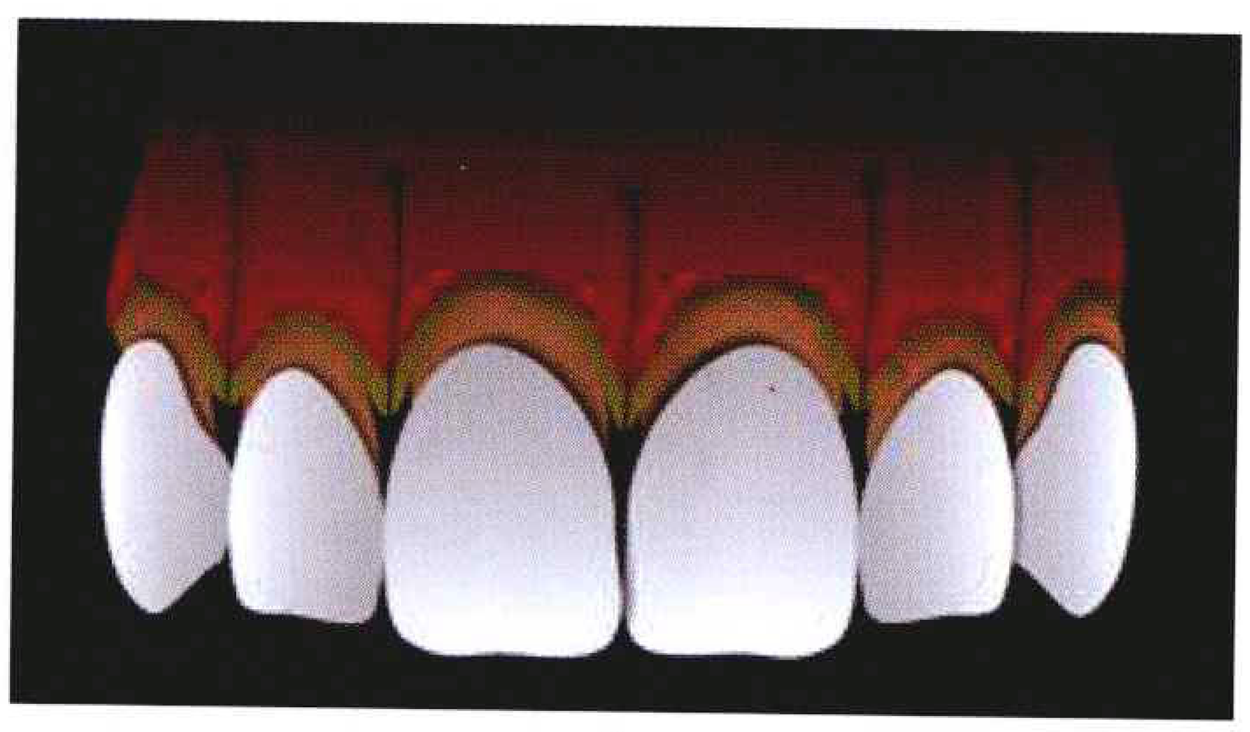
前牙区菌斑性龈炎或轻度牙周炎可通过刷牙、牙线的使用、龈上洁治、龈下刮治等牙周基础治疗的方法得到改善，而中度和重度的牙周炎则应进行系统的牙周治疗。由于修复体引起的牙周美学问题，多为一个或多个因素同时作用的结果。包括修复体边缘的机械刺激，修复体与基牙不密合导致局部食物残留、菌斑堆积，修复体侵犯了牙周组织的生物学宽度，以及人体对修复体材料（镍铬合金、金合金、复合树脂）的过敏等。对于不合适的修复体导致的牙周组织炎症，首先是拆除修复体，清理牙齿组织表面黏固剂、牙结石、菌斑，去除主要病因。同时，给予患者适当的药物辅助治疗，教会患者合理的口腔卫生保健方法。对于在采用牙周基础治疗后，不能恢复正常牙龈组织形态的患者，口腔修复科医师应配合牙周科医师进行修复前序列化的牙周手术治疗。

一、牙龈切除术(gingivectomy)和牙龈成形术(gingival plastic surgery)

牙龈切除术是用手术方法切除增生肥大及病变的牙龈组织，重建牙龈的生理外形及正常的龈沟。牙龈成形术是用手术方法修整牙龈形态，达到重建牙龈的生理外形，建立良好的口腔卫生环境和增进美观的目的。可包括以下几种手术方式（见图3－5、图3－6）：



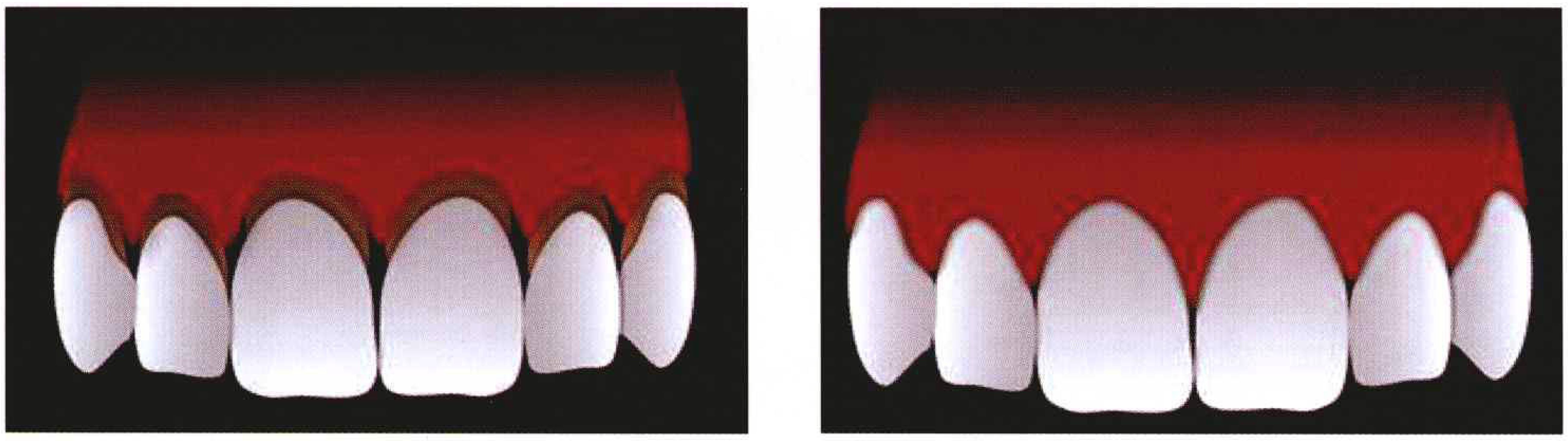
a



b

图3－5 首先通过牙龈翻瓣手术暴露预备体的边缘终止线(a)，然后根据牙槽骨的高度，适当修整牙槽骨，以获得新的牙周生物学宽度。最后行牙间乳头间断缝合，并戴上合适的暂时修复体(b)，以保持牙齿外观，维护牙周组织健康

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



a　　　　　　　　　　b

图 3-6　每隔半个月让患者复诊一次，根据牙龈愈合情况适时更换暂时性修复体，并正确指导患者的口腔卫生保健，3～6 个月后牙龈基本恢复正常

1. 游离龈切除术

适用于个别牙齿牙龈缘的平行性和对称性出现不协调的病例。一般在牙龈无炎症的情况下，通过内斜切口切除部分游离龈来达到改善牙龈缘美观的目的。术后牙周组织在较短的时间内可达到稳定状态，一般在术后 6～10 周就可进行最终的牙冠修复。

2. 部分附着龈切除术

对于上颌前牙牙龈缘高点位置不理想，特别是需要改善中切牙牙龈缘高点位置的病例，可采用切除游离龈的同时再切除部分附着龈的方法进行处置。唇颊侧的部分牙龈切除术后，一般隔 3 个月后采用最终的修复。

3. 牙龈切除和翻瓣成形术

对于多数牙齿牙龈缘出现平行性和对称性不协调的病例，可采用牙龈切除和翻瓣成形术来改善牙龈缘美观。由于该手术涉及牙槽骨，术后至少需观察 3～6 个月的时间，待牙龈组织稳定后再进行永久性牙冠修复。目前国内的口腔修复患者中，很多前牙修复的患者都有不同程度的牙龈炎，还有牙龈变色的现象。这些绝大多数是由于修复体的边缘与基牙边缘不密合，修复体边缘有悬突刺激牙龈，或者修复体侵犯了结缔组织并破坏了牙周生物学宽度而导致牙龈的炎症。对于这些患者一般都需要用牙周外科措施，以暴露预备体的边缘终止线，通过适当的手术治疗来获得一个新的牙周生物学宽度。

二、牙冠延长术(clinic crown lengthening)

牙冠延长术是以牙周生物学宽度为基础，利用牙龈翻瓣手术、结合骨切除术，除降低龈缘的高度外，还要降低牙槽嵴顶的高度，从而延长临床牙冠，并要在龈沟底与牙槽嵴顶之间建立起达到牙周组织生物学宽度的距离。同时形成合适的龈沟宽度和修复体边缘的位置，最终满足牙周生物学宽度的要求。如果仅只做单纯性的牙龈切除术，而不去除部分牙槽骨，则往往会在术后修复体尚未完成时，牙龈又重新生长至术前水平，或在修复体完成后出现牙龈增生、红肿等炎症表现，严重者导致牙槽骨吸收。这种现象的出现主要是由于单纯性切除牙龈不能在修复体与牙周组织间形成一

个牙周生物学宽度所致。

牙冠延长术主要解决以下方面的问题：①牙齿组织断面边缘位于龈下，需牙冠延长术将位于龈下的断面缘暴露，使修复得以进行；②临床冠过短，修复体难以固位，通过牙冠延长术使临床牙冠延长，解决修复体的固位问题；③露龈微笑，通过临床牙冠延长术，改善牙冠的长宽比例，减少微笑时牙龈的过度暴露，解决美观问题。④通过牙冠延长术可以获得合适的牙本质肩领，增加桩核固位和抗力；⑤通过手术增加了修复连接体接触区面积，有效地提高了修复体的抗力。当然，牙冠延长术也带来了一些不足：①降低了牙根的有效长度；②引起不合适的冠根比例；③减少了牙周的组织支持。

1. 手术方法

(1)定点：探明牙短端的位置及范围，估计在手术中去骨后龈缘的位置，设计切口。如为前牙，应考虑使术后龈缘的位置与邻牙相协调；如为前牙美容的牙冠延长术，切口位置应遵循牙龈的生理外形，注意中切牙、侧切牙及尖牙的不同牙龈高度。

(2)切口：根据术后龈缘的位置作内斜切口（见图 3－7），若附着龈宽度不足，则需采用根向复位瓣术。

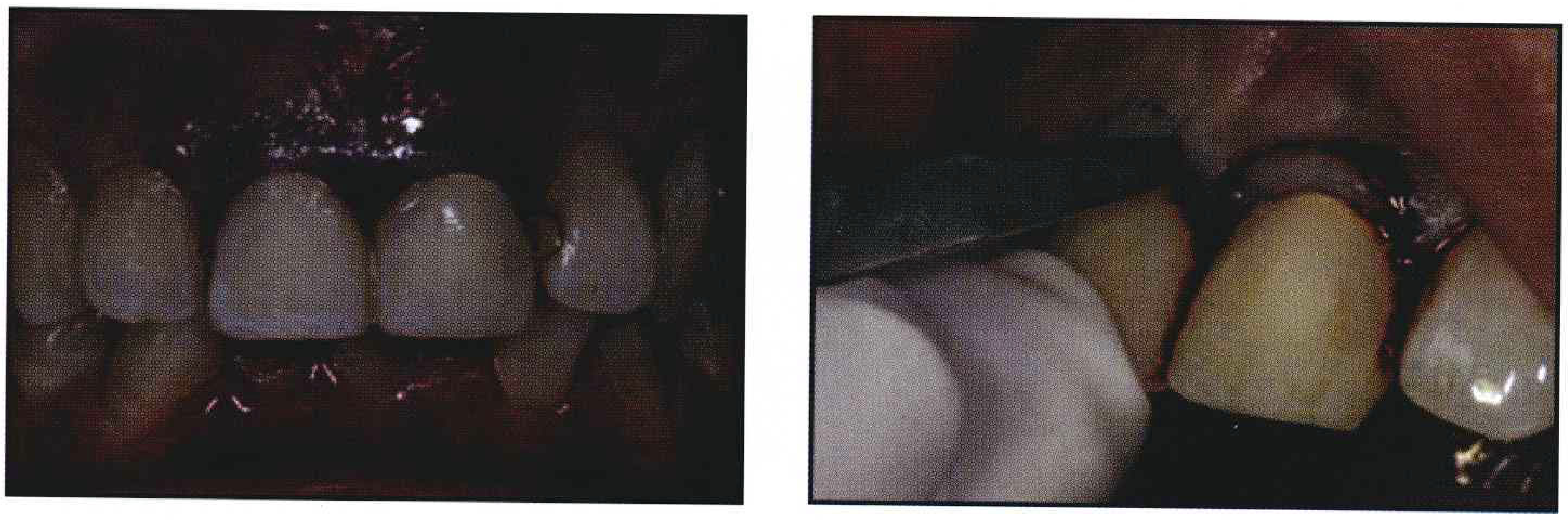


图 3－7　在牙龈上做定点标记，用手术刀沿牙龈作 45°内斜切口

(3)翻瓣：去除被切除的牙龈，将切开的龈黏骨膜瓣翻开，暴露唇、舌侧牙槽骨及根面或牙根断面（见图3－8）。

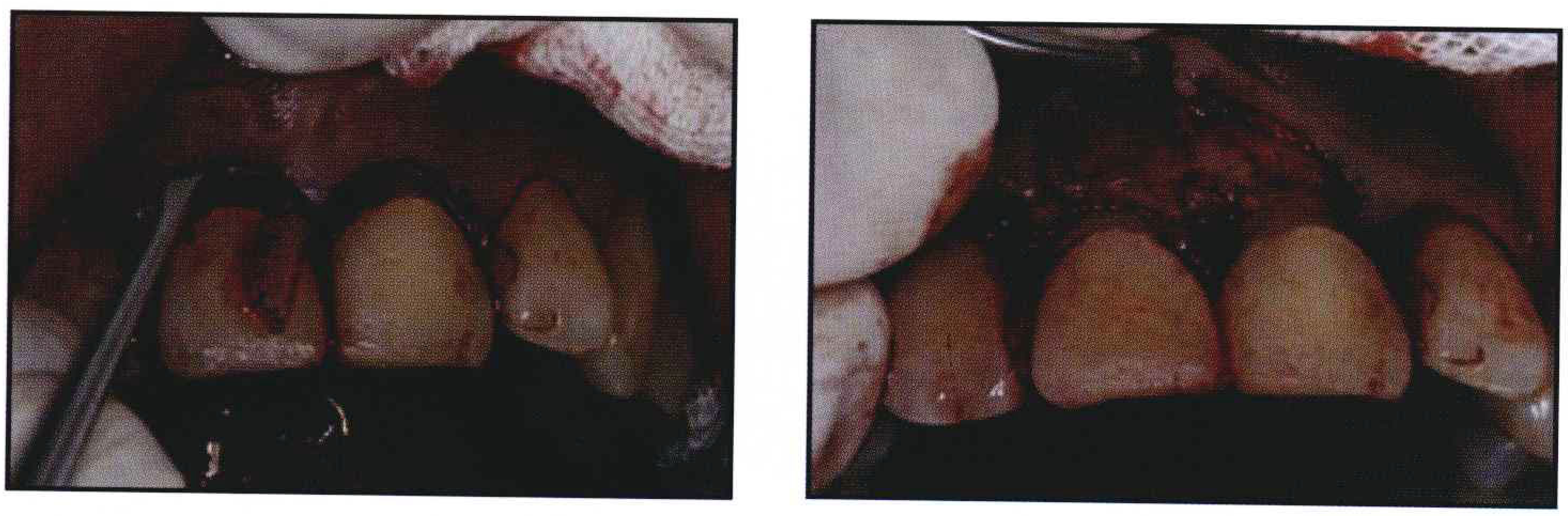


图 3－8　去除切除的牙龈和龈下肉芽组织，翻起黏骨膜瓣，暴露牙槽骨

(4)刮治：刮除肉芽组织、龈下结石、断根碎片，充填物悬突及牙周膜纤维。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

(5)骨修整：切除部分支持骨，使骨嵴高度位置能满足术后生物学宽度的需要。如牙断端至牙槽嵴顶的距离上有 4.0 mm，则不需去骨，如小于 4.0 mm，则需去除牙槽骨。一般骨嵴顶需降至牙断缘根方至少 3.0 mm 处，在骨修整时，还需注意使该处的骨嵴高度与其他部位及邻牙的骨嵴逐渐移行，不可有明显的悬殊，这样才能在术后获得良好的牙龈外形。去骨时选用喷水的高速涡轮球钻为佳。见图 3－9。

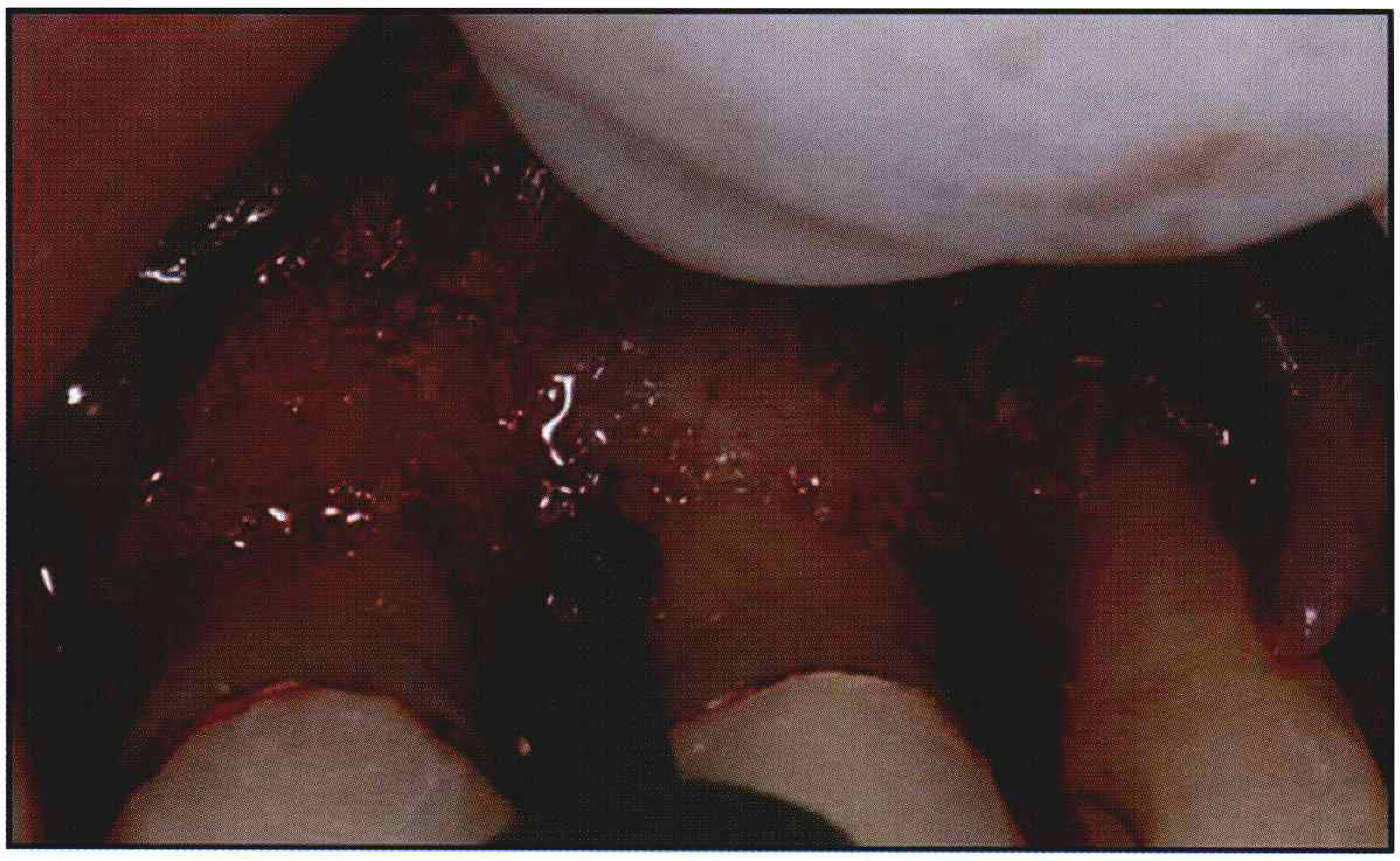


图 3－9　用小球钻在慢速、水冷却的情况下，修整牙槽嵴外形

(6)根面平整：在骨切除后，进行彻底的根面平整，去除根面上残余的牙周膜纤维，防止术后形成再附着。

(7)牙龈修整：用剪刀或手术刀对牙龈进行修剪，唇、舌侧要形成扇贝状牙龈外形。修剪出龈瓣的适宜外形和厚度，龈瓣过厚会影响术后牙龈缘的外形，过薄会出现牙龈退缩。

(8)冲洗：生理盐水冲洗术区，将碎片冲干净。

(9)龈瓣的复位与缝合：将龈瓣复位缝合于牙槽嵴顶处，一般选用间断缝合，必要时可配合水平或垂直褥式缝合。如为根向复位瓣，则需采用悬吊缝合。

(10)上保护剂：在压迫、止血后，观察龈缘的位置及牙齿暴露的情况，然后放置牙周塞治剂。

2. 术后维护

(1)如果骨手术的范围较大，术后需预防性使用抗生素，以防止术后感染，并控制菌斑。

(2)避免术区刷牙 1 周，以免塞治剂脱落，1 周后拆线。牙龈愈合后常规维护。

(3)在术后的临床复查，最初的第一个月是每周一次，第二个月是两周一次，以后的每个月必须有一次详细的临床复查。患者必须仔细地做好每天的口腔卫生工作，必要时牙科医生可采用健康牙龈的图片来指导患者如何控制牙齿表面菌斑。见图 3－10、图 3－11。

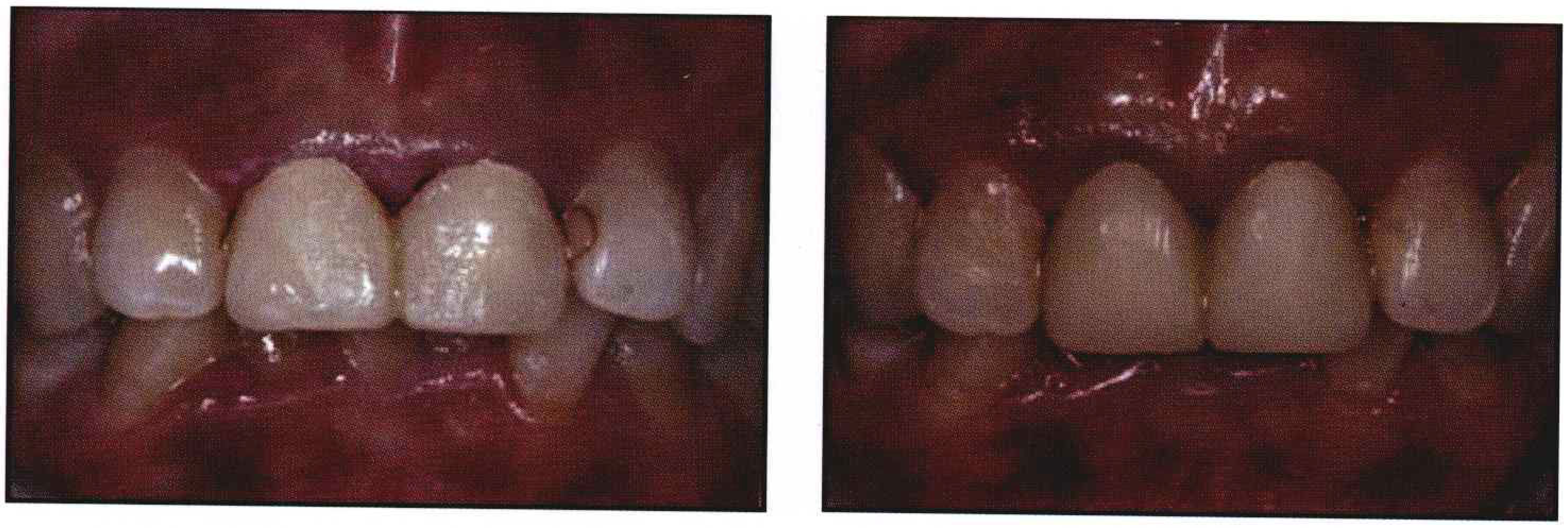


图 3-10　牙周手术前后的牙龈情况对比(术后 3 个半月)

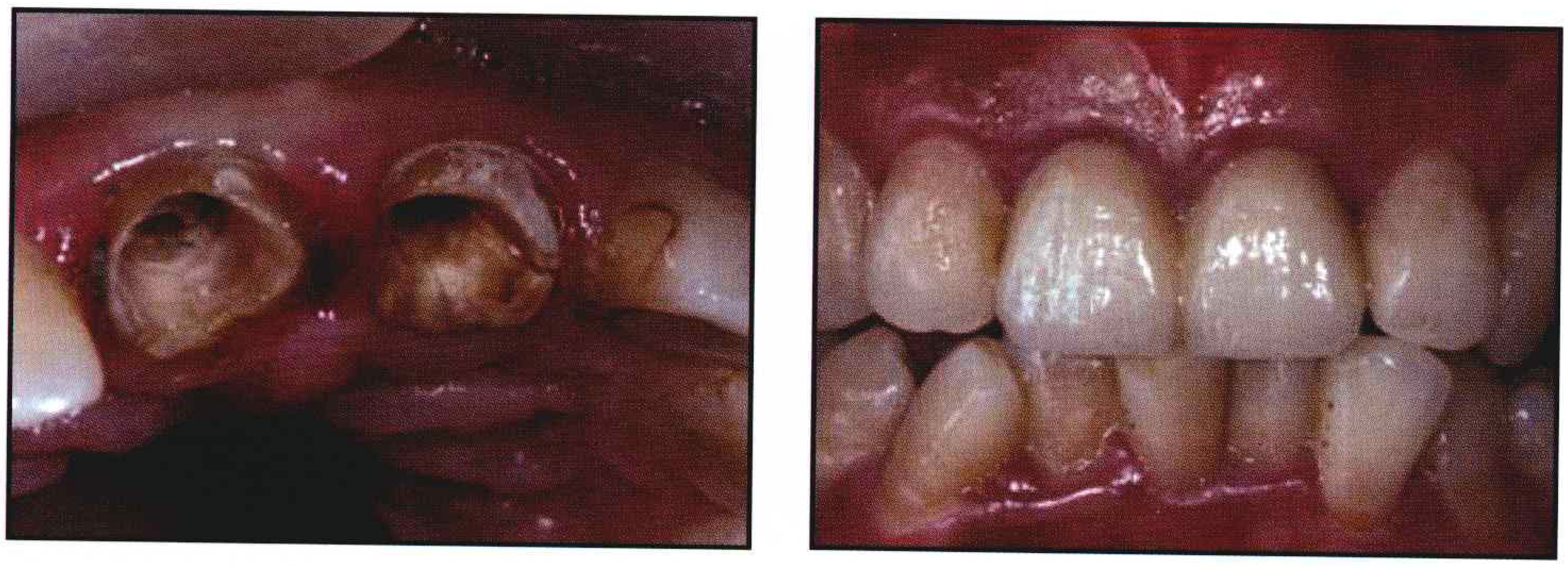


图 3-11　患者原有的中切牙残根,并伴有左侧牙根纵折(箭头所指处),经纤维桩树脂核黏结修复和牙周手术治疗,不仅保存了牙根,而且在采用全瓷冠修复 2 个月后,牙龈形态基本恢复正常,患者的齿龈美观得到了改善

3. 术后修复的时机

牙冠延长术后修复体的制作,应待组织充分愈合、重建后再开始,不宜过早。一般在术后4～6 周组织愈合,龈缘位置基本稳定,但在术后 6 周～6 个月,仍可有<1.0 mm变化。因此,最好能够在手术后 1～2 周时先制作临时冠,恢复牙体解剖形态,维护牙周组织健康。临时性修复体的边缘形态必须与牙体组织密合,无悬突,有利于菌斑的控制。对于牙周组织做环形切除的患者来说,美容修复体的制作至少在术后 6～12 个月后才开始。如果过早修复,往往会干扰牙周组织的充分愈合并导致修复体边缘和预备体边缘终止线的暴露。牙周组织再生愈合的时间与牙周组织的生物学形态(periodontal biotype)密切相关,附着龈较厚的牙周组织在切除术后向冠方生长的速度显著快于附着龈较薄的牙周组织,牙周愈合时间也明显缩短。手术后牙龈完全愈合的有效指征包括:①再现典型的牙龈粉红色色彩;②牙龈边缘稳定;③重新形成明确的、可以探诊的龈沟;④部分患者牙龈表面的点彩(surface stippling)再现。见图 3-12、图3-13、图 3-14。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

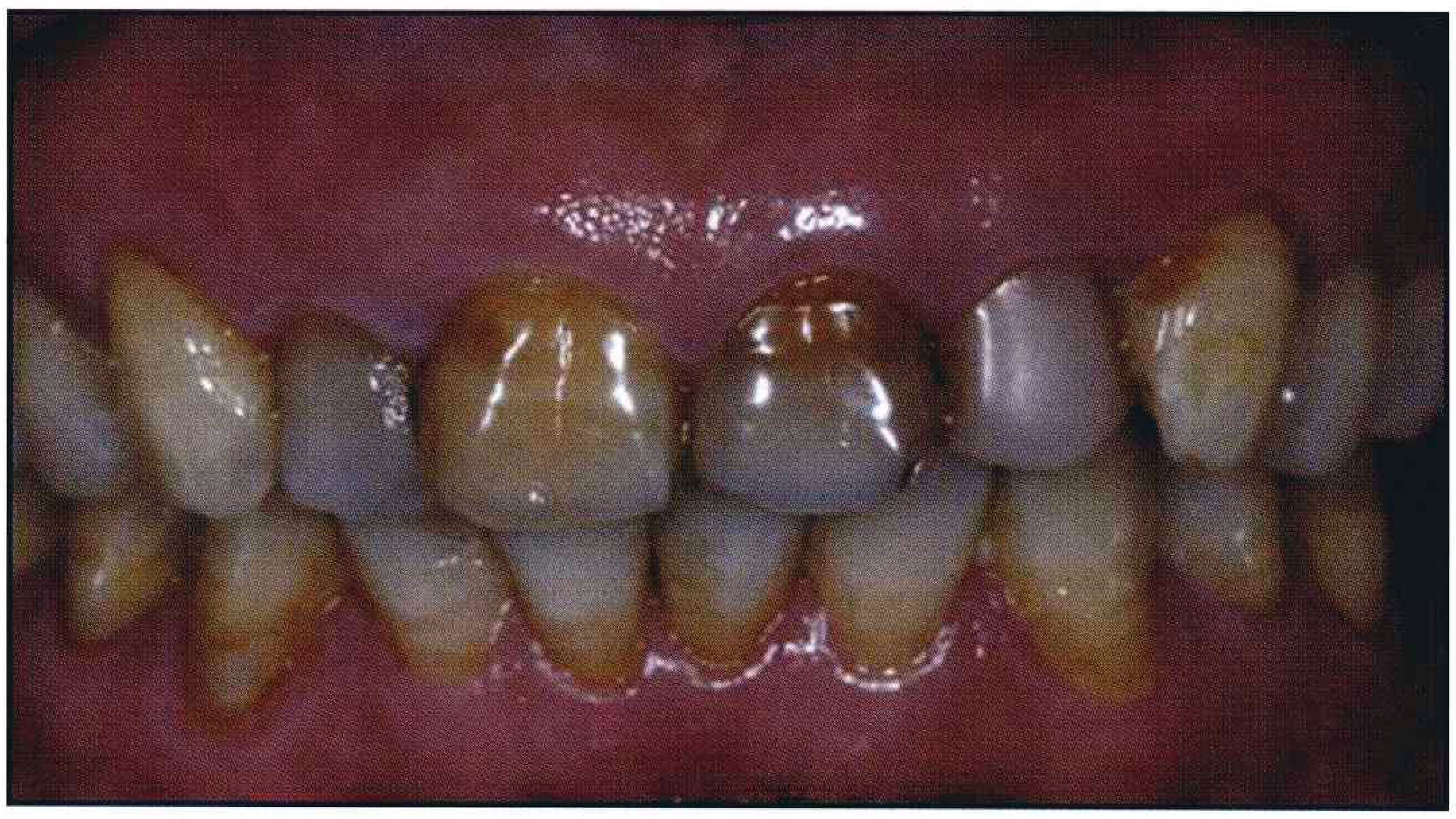


图 3 - 12　患者 2 - 2 牙龈附丽过低，露龈微笑，且牙齿的长宽比例不协调，表面树脂变色，影响美观

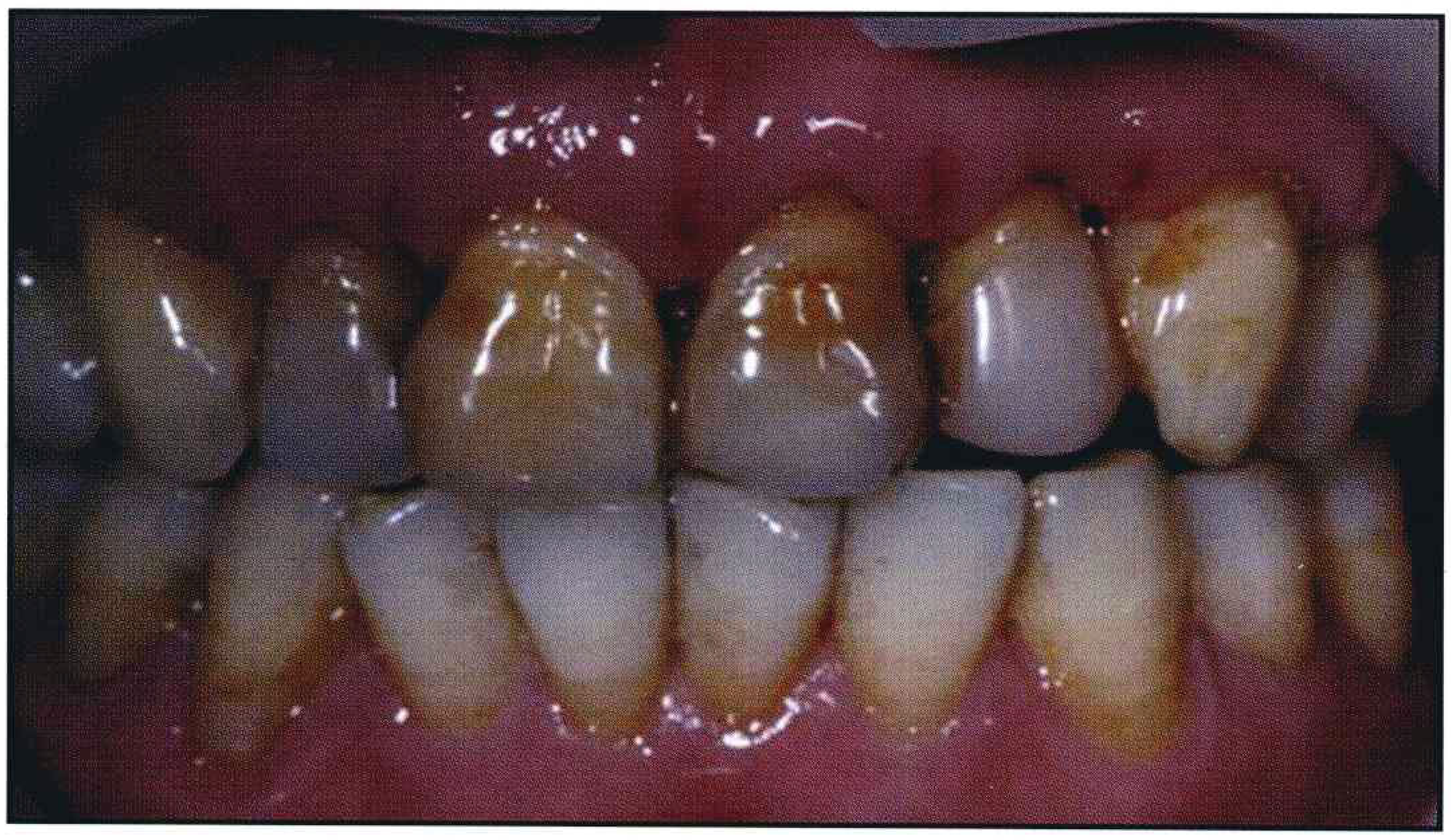


图 3 - 13　通过牙冠延长术，2 - 2 临床牙冠增加了 2～3 mm 的长度，改善了牙冠长宽比例，减少微笑时牙龈暴露过多的现象



图 3 - 14　牙冠延长术后一个半月，附着龈形态逐渐恢复正常，牙龈乳头向牙间隙内生长

三、根面覆盖治疗

正常的牙龈缘应位于釉牙骨质界的冠侧，当牙龈缘退缩至釉牙骨质界以下时就会导致牙颈部甚至牙根面的外露。一般将牙龈退缩的程度分为三级：轻度、中度、重度。对于牙龈退缩出现的牙根面外露，在临床上可采用牙周外科中的牙龈覆盖技术进行处置。

1. 侧向转位瓣术

为治疗个别牙较窄的牙龈退缩，利用相邻牙的健康牙龈形成带蒂的龈黏膜瓣，向牙龈退缩病变区滑行转移，以覆盖裸露根面，这种手术称为侧向转位瓣术。如果牙根暴露区的近远中径较宽，可采用双乳头转位瓣术。此手术的优点为：牙龈乳头瓣移动度小，瓣蒂部张力低，易于操作；牙间部位牙槽骨厚，牙龈乳头瓣移动暴露的牙槽骨不容易出现吸收。缺点是不适用于牙龈退缩范围较大的牙齿部位。

2. 上皮下结缔组织移植术

上皮下结缔组织移植术是治疗个别或少数牙齿根面暴露的一个有效方法，其特点是将带蒂的半厚瓣与自体的游离结缔组织移植相结合，这种手术是从腭部获取上皮下的结缔组织，移植于受置区翻起的半厚瓣的下方，有利于移植组织的成活，提高覆盖成功率，术后牙龈的颜色与邻牙区也更相近，美观效果更好。适用于轻、中度的牙龈退缩，单个牙或多个牙均可。

3. 其他方法

关于牙龈退缩人们在不断尝试一些新的方法，为了增加根面的附着，应用枸橼酸或盐酸四环素进行根面处理，目的是使牙根表面脱矿和暴露胶原纤维，清除细菌和玷污层，以减缓上皮长入和促进结缔组织附着。同时，也可采用引导性组织再生术将生物膜插入黏骨膜瓣和牙根表面之间，缝合或用固位钉将膜固定，外面为全厚瓣完全覆盖。

上述的暴露根面牙龈覆盖技术在治疗牙龈退缩引起的根面暴露，以及改善牙周组织形态美观方面的临床效果，已得到众多的牙周外科专家认可。同时，在术后做好局部清洁和护理，杜绝一切可能引起牙龈退缩的各种诱因，才能保证暴露根面最终获得稳定的牙龈覆盖。

参 考 文 献

[1] Van Zyl IP, Geissberger M. Simulated shape design: helping patients decide their esthetic ideal [J]. J Am Dent Assoc, 2001, 132: 1105.
[2] Chiche G, Pinault A. Anterior fixed prosthodontics [M]. Chicago: Quintessence Publishing, 1994.
[3] Becker W, Ochsenbein C, Becker BE. Crown lengthening: the periodontal restorative connection [J]. Compend Cont Educ Dent, 1998, 19: 239.
[4] Johnson RH. Lengthening clinical crowns [J]. J Am Dent Assoc, 1990, 121: 473.
[5] Allen EP. Use of mucogingival surgical procedures to enhance esthetics [J]. Dent Clin North Am, 1988, 32: 307.

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第四章　瓷贴面修复

第一节　概　　述

20 世纪 30 年代 Dr. Charles Pincus 首先提出了瓷贴面(porcelain veneers)修复的概念，50 年代 Buonocore 提出了酸蚀技术(acid etching)，Simonsen 和 Calamia 等成功将牙釉质酸蚀技术、氢氟酸酸蚀瓷贴面技术和硅烷偶联技术应用到瓷贴面的黏结上，增强瓷贴面与牙齿之间的结合强度。近三十年来，大量基础研究及临床应用研究从不同角度充实了这一全新的牙齿美学修复体系，也使它目前已成为牙齿美学修复的金标准。热压铸造玻璃陶瓷贴面临床 15 年的跟踪研究报道表明：其总修复体的失败率为 7%，失败病例中的一半以上是瓷的折裂，这种失败与患者的过大咬合力密切相关。由于瓷贴面临床修复中较高的成功率和极佳的美学效果，这一技术已在欧美等发达国家的牙科美容修复中普遍开展。目前，制作瓷贴面的材料也从最初的普通长石瓷(Feldspathic)材料，发展到现在常用的白榴石晶体增强的长石瓷材料(feldspathic ceramics with crystalline leucite)、高铝瓷材料(high alumina ceramics)及高强度、高透光性热压铸造玻璃陶瓷材料(hot pressable glass ceramics)等。而瓷贴面制作技术也经历了耐火模型技术、钯箔技术、离心铸造玻璃陶瓷技术、热压陶瓷成型技术和 CAD/CAM 等技术的发展。黏结技术不但在材料上从最初的化学固化材料，发展到现在的光固化材料、化学光固化材料；而且在表面处理技术上，特别是牙齿表面处理技术上，从单纯的牙釉质表面处理剂、牙本质表面处理剂，发展到牙齿表面全蚀刻黏结体系的应用。这些新材料、新技术的不断涌现，已使前牙瓷贴面美学修复技术日趋成熟，成为前牙美容修复的主要方法之一。

一、瓷贴面黏结复合体的强度

瓷贴面的强度不仅因陶瓷材料的不同而不同，且受加工工艺及黏结程序的影响。如用氢氟酸蚀刻瓷表面时间的延长，瓷微裂明显增多，这种瓷微裂降低了瓷的强度而易导致瓷裂发生，同时，急剧的温度变化也可招致瓷裂的发生。使用足够厚度的瓷与足够薄的黏结树脂黏结后能保持瓷的构造而减少瓷裂发生，通常瓷与黏结树脂厚度之比要大于 3，这一比率能影响瓷表面应力分布。过薄的瓷贴面不能与牙表面贴合，从而瓷表面与黏结界面易产生较大的应力。研究认为瓷贴面比较理想的厚度为

0.75 mm，而瓷贴面颈部及邻接区厚度为 0.5 mm 比较合适。

Stacey 研究发现瓷贴面黏结后能形成一强有力的黏结复合体，即瓷/黏结树脂/牙复合体，复合体黏固力可达 63 MPa，明显高于单纯黏结树脂/牙黏结的 31 MPa，或单纯蚀刻-硅烷化后瓷/黏结树脂黏结的 33 MPa，这表明釉质面与瓷表面的贴合匹配可增强瓷/黏结树脂/牙釉质面的黏结力。扫描电镜观察瓷贴面黏结界面(釉质表面已酸蚀，瓷表面已蚀刻并硅烷化处理)，发现釉质和瓷表面经过蚀刻形成的微孔渗入树脂形成树脂突，树脂突通过机械扣锁作用将瓷贴面与牙釉质面紧紧粘合在一起。有学者认为以瓷贴面修复前牙缺损甚至可恢复到牙齿的原有强度。临床瓷贴面的脱落与折裂常与咬合混乱、咬合创伤、大部分牙本质暴露、牙体严重缺损等有关。因此，适应证控制得当是瓷贴面修复成功的关键。

二、瓷贴面边缘适合性

造成瓷贴面边缘与牙体组织不密合的因素主要有三个：①黏结复合树脂的聚合收缩；②瓷与牙体组织热膨胀系数的不同；③复合树脂基质在唾液中溶解。因此，增加瓷贴面的适合性、减少黏结树脂层厚度是提高瓷贴面边缘适合性的最佳途径。不同的陶瓷材料和瓷修复体的制作工艺的不同导致了瓷贴面适合性的不同。一些研究发现瓷贴面在牙颈部边缘不适合性比中心区高 2～4 倍，这可能是由于瓷修复体制作过程中的热效应使得瓷修复体向着体积中心和几何中心方向进行收缩。

复合树脂黏结瓷贴面可以弥补瓷修复体边缘不密合的缺陷，但黏结后的修复体与牙齿的边缘外形线需高度抛光。大量的研究表明：多数瓷贴面黏固后边缘有余留树脂，只有少数瓷贴面边缘黏结是理想的，而龈缘颈部往往是极不易被密封的。建议采用浸湿黏结液的小刷子在树脂未聚合时去除多余树脂，同时能避免将大块树脂拖出，确保贴面边缘的完整性，但单纯性的黏结要破坏贴面边缘的釉光面。尽管通过一系列抛光操作能达到等同釉光面的抛光效果，但这些操作均要在高速状态下进行，目前还没有一种理想的方法能够抛光龈缘颈部和邻接区部分。Haywood 研究发现用 30 槽钨钢车针和一系列微米级金刚砂车针、金刚砂抛光糊剂抛光可达到上釉抛光效果，且效果明显高于用单纯抛光化合物抛光；而喷水状态下抛光效果要比干性抛光好。中长期的临床应用研究表明相当高比例的瓷贴面修复体(65%～98%)能保持优良的边缘适合性。而少数出现边缘缺损的瓷贴面，用电镜扫描观察可发现黏结树脂脱落的现象。

三、瓷贴面黏结界面的微渗漏

黏结树脂的聚合收缩和黏结树脂-牙-瓷三者热膨胀系数的不同导致了瓷贴面黏结界面内应力的产生，而黏结界面仅存在相当有限的未黏结面能接受这些应力的释放。有关研究发现，作为黏结剂的复合树脂的壁与壁之间的聚合收缩应力是平常相等体积复合树脂线性收缩应力的 3 倍以上，而残留的收缩应力比平常复合树脂大的多。这种收缩应力的存在使黏结树脂-牙黏结界面和黏结树脂-瓷黏结界面的黏结力

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

相互竞争，最后的弱势一方，即黏结树脂-牙界面树脂脱落，出现微渗漏，从而导致瓷贴面边缘污染着色，牙本质过敏，产生继发龋。

由于牙颈部釉质呈无釉柱状排列，黏结树脂难以形成微机械嵌合作用（micro-interlocking effect），因此容易发生微渗漏。当颈部牙本质完全暴露时，微渗漏极易发生，树脂黏结失败主要发生于混合层和涂覆层树脂，即微渗漏的发生处。应用现代多步骤全蚀刻黏结体系可有效地提高黏结树脂-牙黏结界面黏结质量，减少微渗漏的发生，同时，应用封闭剂在瓷贴面黏结后封闭边缘也可控制微渗漏的发生。除了牙颈部边缘位置外，黏结树脂的类型因其能决定热膨胀和聚合收缩应力，故也是影响微渗漏发生的主要因素。高填料树脂常常是首选类型，但其黏稠度太大而影响了操作性能，而双固化和光固化黏结树脂对预防微渗漏没有多大差别。总的来讲，将牙体完全预备于牙釉质层内，并使用高填料复合树脂，可减低微渗漏的发生率，但现在还没有一种理想的方法可完全控制微渗漏发生。

四、瓷贴面的牙周反应

在所有能模仿牙釉质的材料中，瓷材料最具有优良的美学性能和生物性能。比较瓷材料、牙釉质和其他修复材料，可发现瓷表面光洁度最好，牙菌斑不易滞留在瓷表面并发挥生物活性。基于此，可认为瓷贴面极少或不造成牙周反应，短期及中期临床应用研究证实了上述设想，大量研究表明，经瓷贴面修复后菌斑滞留无增长或负增长。甚至有研究报道经瓷贴面修复后，牙菌斑滞留数量明显减少。经瓷贴面修复后，除了少数口腔卫生情况较差患者易出现龈炎，大部分患者能保持良好的牙龈健康。当瓷贴面颈缘位于平齐龈缘或龈下时，易出现龈炎反应，但相比同位置的烤瓷冠来说，瓷贴面导致的牙龈炎症发生率明显降低。总之，在瓷贴面修复后，获得一个光滑连续边缘，并让患者保持良好的口腔卫生习惯，瓷贴面修复就不会造成牙周组织的炎性反应。

五、瓷贴面的美学性能

瓷贴面的最终色泽取决于：瓷贴面本身的颜色、透光性和厚度，被覆牙颜色，黏结树脂的厚度及颜色。因此，临床选色与比色、黏结的操作很大程度上影响瓷贴面最后能达到的美学效果，操作得当的瓷贴面能完全恢复自然牙活力。对于重度变色牙，仅依靠 0.3～0.7 mm 厚度瓷层难以达到遮盖变色牙的效果，用能遮色的树脂黏结剂黏结会降低瓷的透光性，因此难以产生类似周围正常牙的自然牙活力。追踪研究表明：100%瓷贴面能保持优良的美学性能，80%～100%的患者对瓷贴面修复效果表示满意。同时，随着时间的延长，患者更习惯于美学效果的改变，对瓷贴面的满意度还会上升。

综上所述，瓷贴面黏结复合体是能够提供足够强度，承受正常咀嚼力的美学修复体，且对牙周组织刺激反应少。其主要缺点是存在较长的外形边缘线，美学瓷贴面制作工艺要求高，临床黏结操作较复杂。

第二节　全瓷贴面的特点

近年来，随着材料科学的发展和牙科制作工艺水平的改善，瓷贴面所用陶瓷材料的强度有了显著的提高。从早期使用的低强度长石瓷（80～100 MPa）、白榴石增强的长石瓷（180 MPa）到现在所用的高强度热压铸造玻璃陶瓷（350～400 MPa）极大地提高了临床瓷贴面使用的安全系数，特别是2009年由IvoclarVivadent公司首次推出的IPS e. max HT瓷块具有较高的半透性，有16种不同的瓷块颜色可供临床选择。这种陶瓷材料可以制作厚度为0.3 mm的超薄型前牙瓷贴面（ultra thin veneers or nano－veneers）和后牙咬合面的罩面（table tops or occlusal veneers）。超薄型瓷贴面主要应用在错位牙和牙冠长短不一致的牙齿美学修复中，如果临床牙齿空间许可甚至可以不用进行牙体预备，最大程度地保留了自身的牙体组织。

一、瓷贴面的优点

(1)良好的色泽稳定性，颜色类似天然牙，如图4－1。
(2)极佳的耐磨损性。
(3)与牙龈组织有良好的生物相容性。
(4)与全冠相比磨除牙体组织少。
(5)有良好的耐腐蚀性。
(6)表面光洁度好，不宜着色。
(7)酸蚀后与牙釉质间有良好的结合。
(8)透光性好，有助于光固化树脂的聚合。
(9)瓷贴面可以用间接法在技工室制作，节省临床时间。

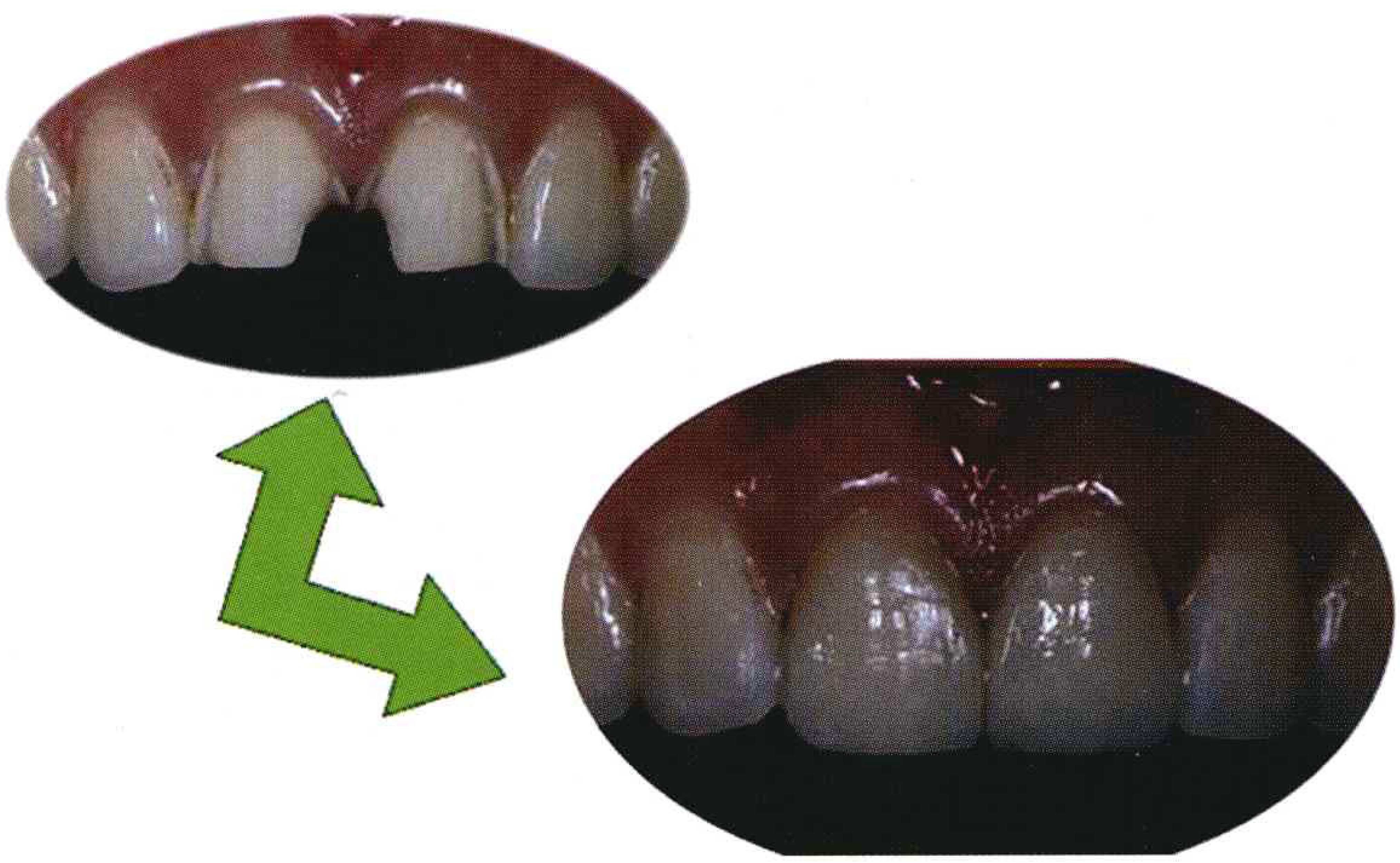


图4－1　IPS e. max HT瓷块制作的瓷贴面修复

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

二、瓷贴面的缺点

(1)瓷贴面的黏结技术敏感、费时。
(2)试戴过程中薄型瓷贴面易碎裂,操作困难。
(3)边缘外形线长,易产生边缘微渗漏。
(4)瓷贴面一旦黏结在牙齿上不能修改颜色。
(5)超薄型瓷贴面对技工制作工艺要求高,表面不能饰瓷。

三、瓷贴面的适应证

(1)轻度变色牙:如四环素牙、氟斑牙、死髓牙和增龄性的变色牙。
(2)牙釉质缺陷:如釉质发育不全、牙釉质钙化不全、畸形牙。
(3)由于磨损和磨耗引起的牙釉质折裂或缺损的牙齿。
(4)关闭牙间隙:不愿接受正畸治疗或无法用正畸关闭的牙间间隙。
(5)错位牙:轻度扭转而又不愿接受正畸治疗的牙齿。
(6)需要改变外形的牙齿:如锥形的侧切牙,先天性侧切牙缺失,尖牙位于侧切牙位置而需要改变外形以模拟侧切牙。
(7)修补瓷面破损而能保留的固定修复体。

四、瓷贴面的禁忌证

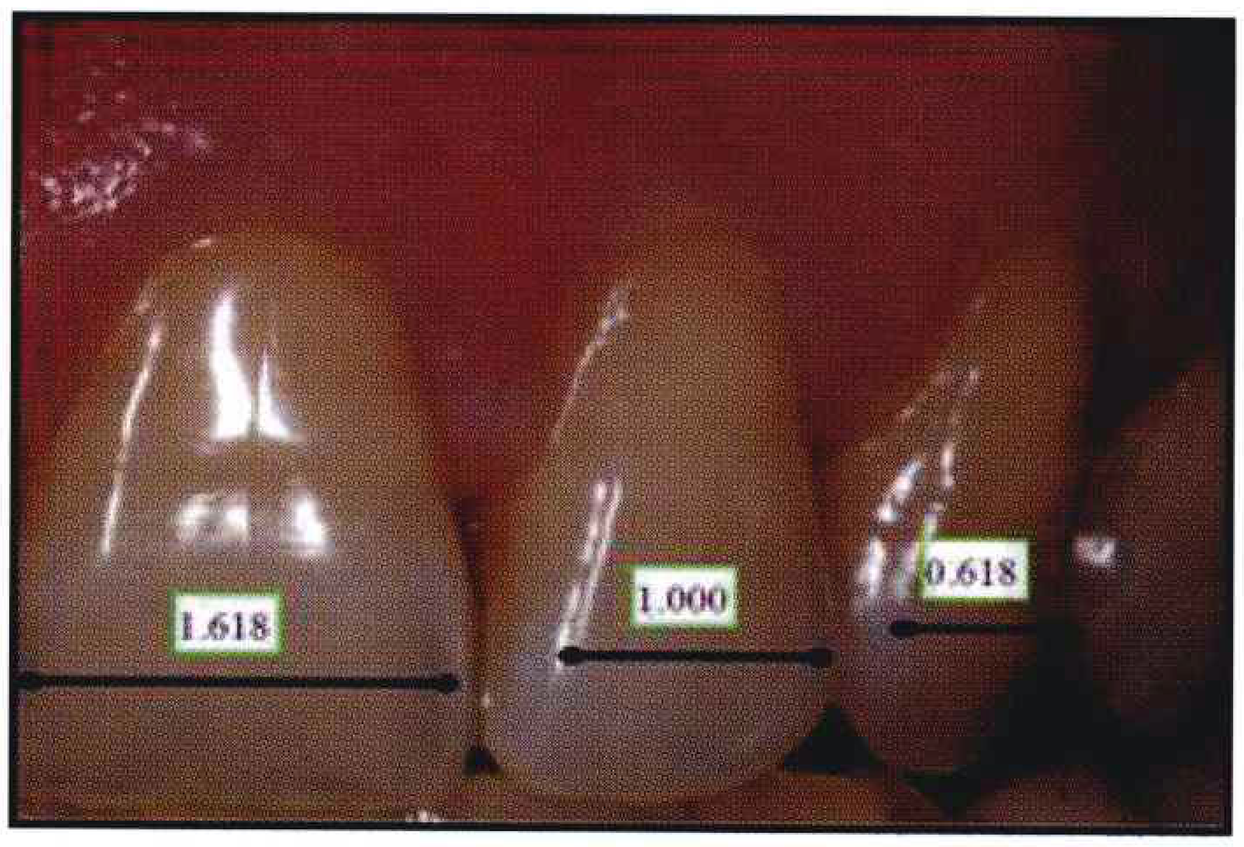
(1)牙体大部分缺损的牙齿。
(2)Ⅲ类错𬌗畸形的牙齿。
(3)短小而又咬合紧的下颌牙齿。
(4)夜磨牙患者。
(5)口腔卫生极差的患者。
(6)口腔不良习惯、咬合关系混乱的患者。

第三节　贴面修复前的准备

瓷贴面作为一个保守的美学修复体,在进行牙体预备时有很多重要因素值得考虑。当瓷贴面用树脂黏结到牙釉质上,瓷裂、边缘微渗漏和脱粘的现象都会发生,如何减少可能发生的问题,口腔修复医生应该选择合适的病例和精心的牙体预备。需要美学修复的牙齿能否按一定的空间比例排列整齐,一个重要的指征就是能否创造出一个能使用瓷贴面的间隙。当遇到牙列拥挤、散在牙间隙或两者均有之的患者,主要的挑战是先制作一个可视化的(visualization)暂时性的美学修复体,然后再提供给制作修复体的牙科技师最佳的牙体预备模型,让他们再现一个完美的修复体。

一、微笑设计(smile design)

微笑设计是对患者现有的微笑进行分析，然后用树脂罩型在口内进行三维方向可视化的对比研究。正面观时检查患者牙齿长宽比例与面部外形协调是否协调，牙龈顶点(gingival zenith)左右是否对称。从正面观，美貌人群的中切牙∶侧切牙∶尖牙＝1.618∶1∶0.618，符合黄金分割比例(见图4－2a)。也就是说在正面像上中切牙的宽带大于侧切牙60%，同样，侧切牙宽度大于尖牙60%。拥有一个排列整齐、大小比例协调的牙齿，才会产生一个令人愉悦的微笑(见图4－2b)。牙齿侧面45°角观察是检查牙齿唇舌侧的位置、切缘的长短以及口角的丰满度。这一角度的检查观察需要有一定的口腔临床美学实践经验，多次进行暂时性修复体的调整才能得到令人满意的效果(见图4－3)。美学平面(aesthetic plane)的检查是通过近距离的观察左右侧貌和正中面来评估的，它是与水平面平行的一个平面，中切牙的切角应垂直于美学平面。



a

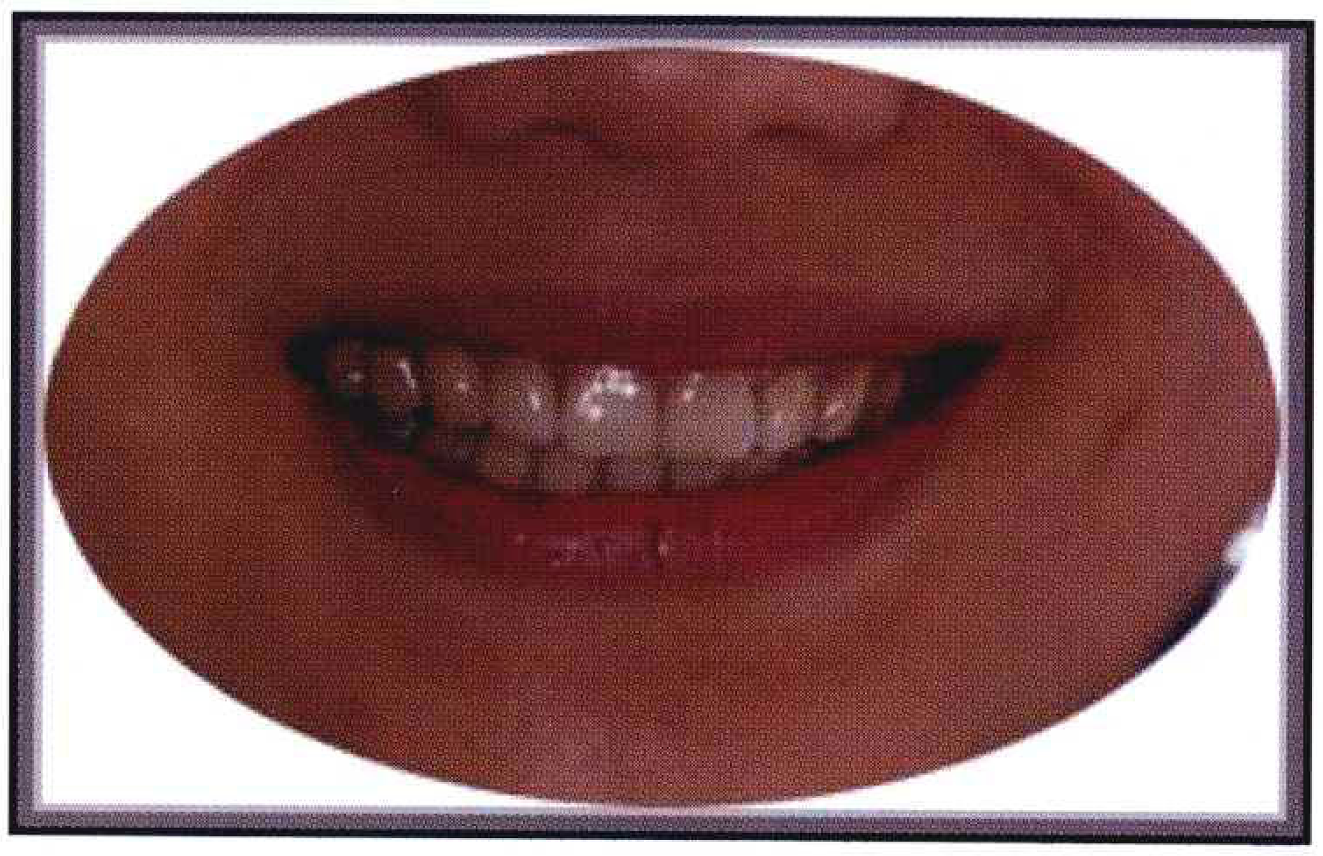

b

图4－2　a. 正面观，中切牙∶侧切牙∶尖牙＝1.618∶1∶0.618；b. 迷人的微笑离不开牙齿衬托

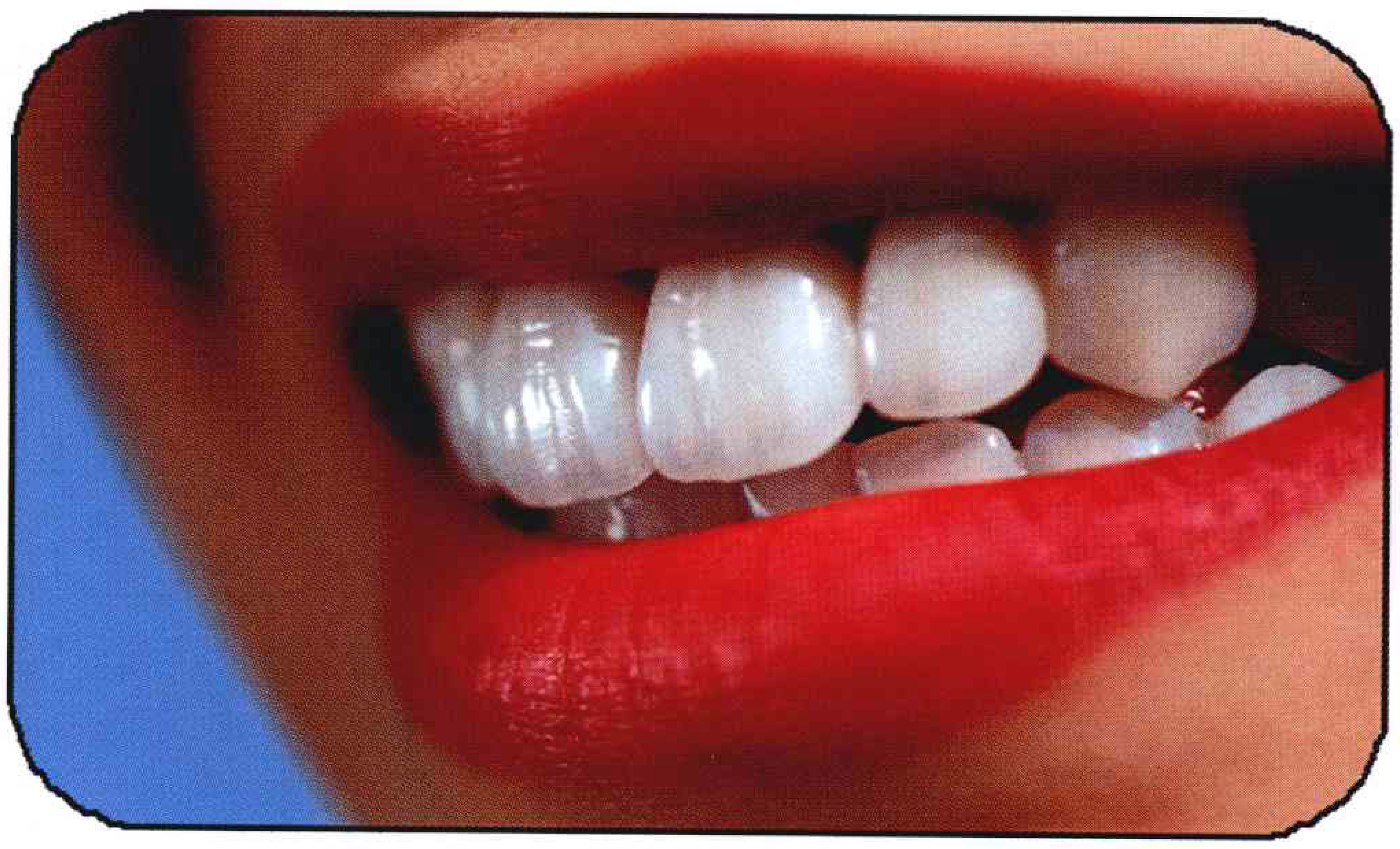


图4－3　侧面45°角观，可以分析前牙的长度、位置和唇的丰满度

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

二、功能评估（functional evaluation）

对于修复的牙齿咬合功能的预测是确保瓷贴面能够长期使用的关键，此时可以借助于口内的复合树脂罩型来检查前伸咬合和侧方咬合关系，特别是尖牙制导咬合(canine - guided occlusion)时的牙尖接触关系。另外，也要关注前牙外形的变化对发音的影响。

三、确定治疗计划(treatment planning)

对于一些特殊的病例仅通过简单的口腔内检查，就用来预测最终的美学修复效果几乎是不可能的。临床医生应借助于在患者口腔内制作的树脂罩型，进行三维可视化的分析研究，才能制定一个科学合理的治疗计划。

(1)取研究模，制作诊断蜡型，经详细分析后确定治疗方案，必要时应在口腔内制作树脂罩面和患者共同讨论美学修复设计，征得患者同意后才能进行下一步的治疗。如图 4 - 4a 所示，患者右上颌 2 缺失，1⊥1 之间及左上颌 2、3 之间有约 1.0 mm 间隙，为邻面片切所致。通过在研究模上制作蜡型后(见第一章图 1 - 11)，再在蜡型上取模，在口内制作树脂罩型，研究设计方案的可行性。具体要检查上颌前牙的外形和排列是否患者满意，前伸和侧方咬合是否理想，发音变化情况等(见图 4 - 4b，图 4 - 4c)，最后制定出科学合理的治疗计划。对于该患者首先选择了上下颌前牙的家庭漂白后，做左上颌 1、2 的瓷贴面修复，右上颌 1～3 的全瓷冠桥的修复，如图 4 - 4d。

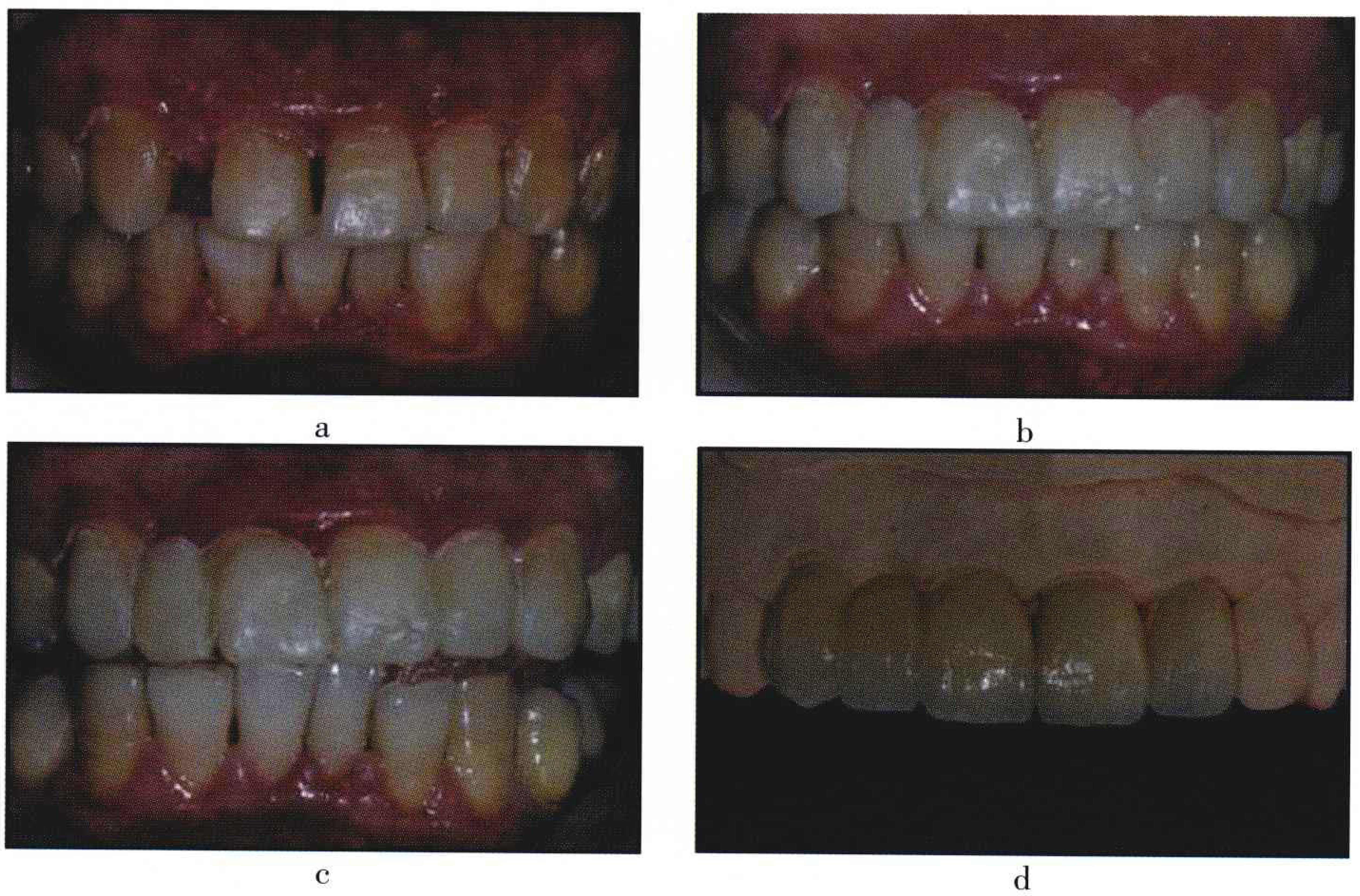


图 4 - 4 a. 右上颌 2 缺失，前牙间有散在间隙；b. 制作口内树脂罩型；c. 检查前伸、侧方咬合情况；d. 制作全瓷贴面和冠桥

(2)牙周治疗:消除牙龈炎症,牙龈附着过低或过高者可先行牙龈美学治疗,调整临床牙冠的比例,使牙齿长宽比例接近 1.618∶1 的美学标准。如图 4-5,患者左上颌中切牙严重错位而应拔除,1⊥2 留有 3 mm 间隙,且左上颌侧切牙的临床牙冠较短,牙龈附丽过低。经研究模型分析后在口内制作树脂罩面,做牙冠延长术的定点标记。



a　　　　b

图 4-5　a. 左上颌中切牙缺失,侧切牙错位,牙龈附丽过低;b. 在侧切牙上制作树脂罩面,标记牙冠延长术的牙龈切除的部位

(3)需要调整牙间隙,排齐牙列者首先进行正畸治疗后再做贴面。

(4)拍摄患者牙列和面部正侧位照片,记录前后牙咬合关系。

第四节　全瓷贴面的基牙预备

随着牙科陶瓷强度和树脂黏结剂黏结强度的不断提高,全瓷贴面预备的牙体组织磨除量逐渐减少,同时,瓷贴面的基牙预备也趋于标准化。强度和美学性能极佳的超薄型瓷贴面在美容牙科(cosmetic dentistry)中的应用,也给临床修复科医师和牙科技师带来了新的挑战。本节将主要介绍一些前牙瓷贴面牙体预备的一些基本方法供临床医师参考,只有掌握了正确的牙体预备方法后才能尽可能多地保留牙体硬组织,同时,使制作的全瓷修复体能维护牙周组织的健康。

一、瓷贴面牙体预备的车针

瓷贴面的牙体预备由于磨除的牙体组织量少,预备体的边缘外形线较长,因此,对临床医师的牙体预备水平要求相对稍高一点。尽管如此,如果没有相应的牙体预备车针也难以达到理想的要求。目前,国内外生产车针的厂家有很多,每个厂家都生产各自系列的牙体预备车针,其车针的编号及车针的形状、大小、表面金刚砂粒度均各有差异。ISO 也制定了车针国际编号的统一标准,但也很难用一个厂家的车针编号到另外一个厂家去找同样编号相同形状、大小的车针。尽管如此,初学牙体预备的医师,只要记住车针外形和车针直径就可以选择合适的牙体预备车针。目前,瓷贴面牙体预备所需要的车针主要包括以下四种:

(1)三轮或两轮车针的深度标记车针,0.3 mm、0.5 mm 和 0.7 mm 深度等。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

(2)锥形(或柱状)圆头的肩台车针。
(3)锥形(或柱状)圆头磨光车针。
(4)球状车针。

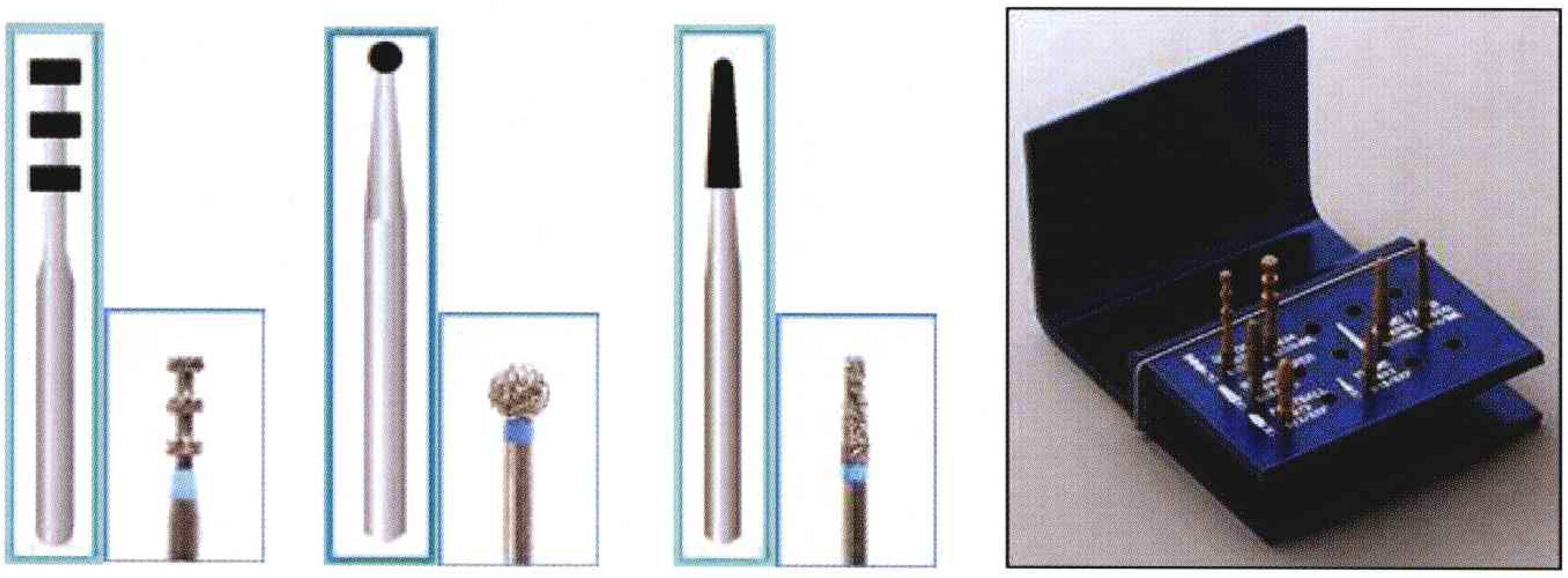
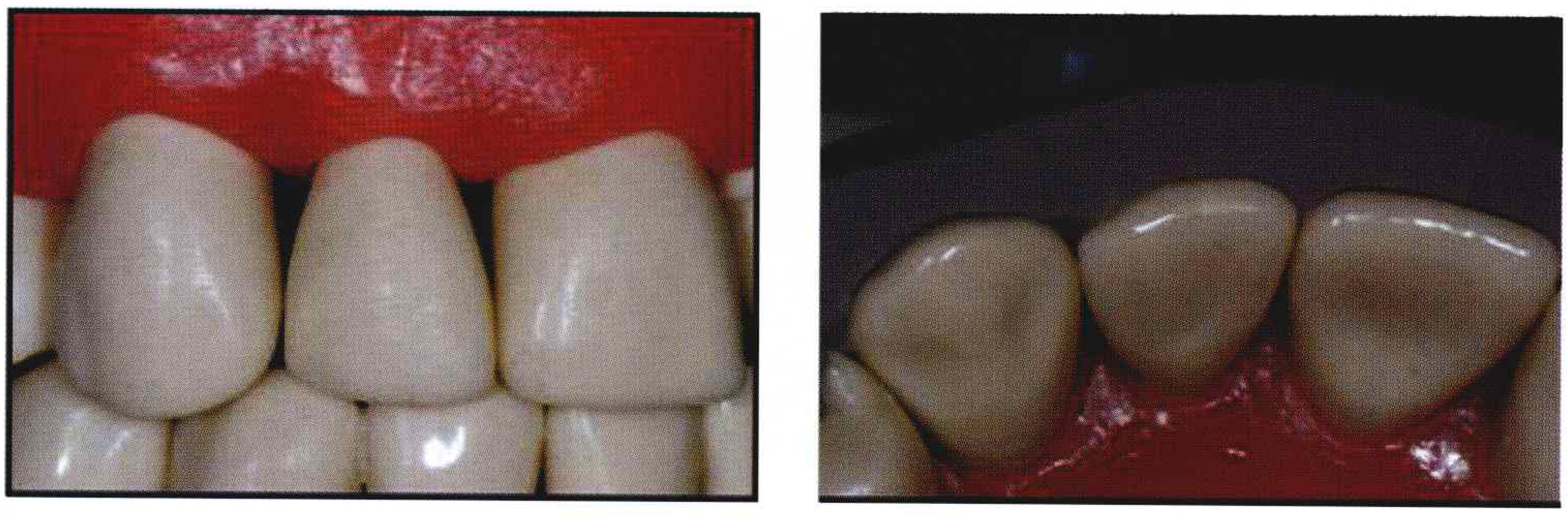


图 4-6 瓷贴面牙体预备主要车针及其预备套装

当然,目前有很多厂家(如 Shofu 公司,MTD 公司,Coltene Whaledent 公司)也提供了相应的瓷贴面牙体预备和瓷贴面黏结后边缘抛光的系列套装车针。

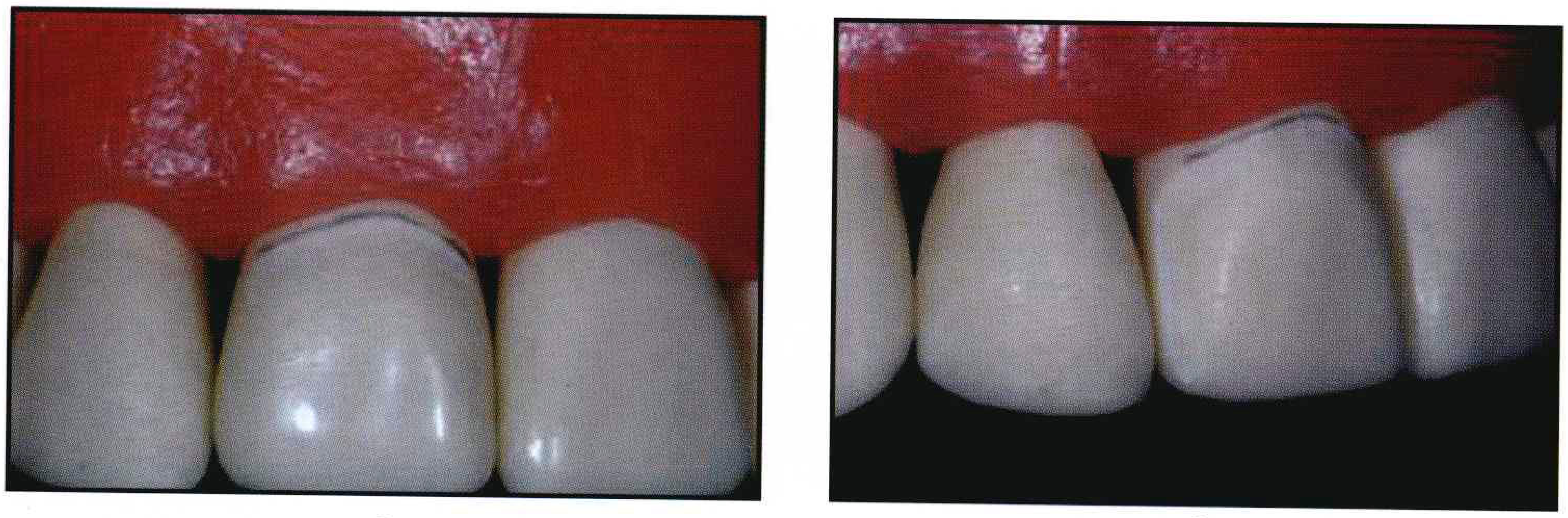
二、瓷贴面牙体预备的步骤

根据患者牙齿缺损大小、颜色程度、前牙咬合关系、牙齿间邻接关系的情况和研究模型分析的结果,决定即将进行的瓷贴面基牙预备采用哪一种形式的瓷贴面预备方式。目前,瓷贴面牙体预备的形式主要有覆盖式(包绕式)(overlapping or wrapping)瓷贴面、羽状式(feathered)瓷贴面和开窗式(window)瓷贴面等三种方式。有研究应用二维光弹应力分析,比较上述三种切缘预备方式发现,覆盖式切缘预备方式可将咬合应力分散,减少贴面所受应力。因此,针对中国人的饮食特点和咀嚼习惯,临床上一般建议宜采用覆盖式瓷贴面进行牙体缺损的修复。以下图 4-7(a～l)是上颌中切牙瓷贴面预备的基本步骤。



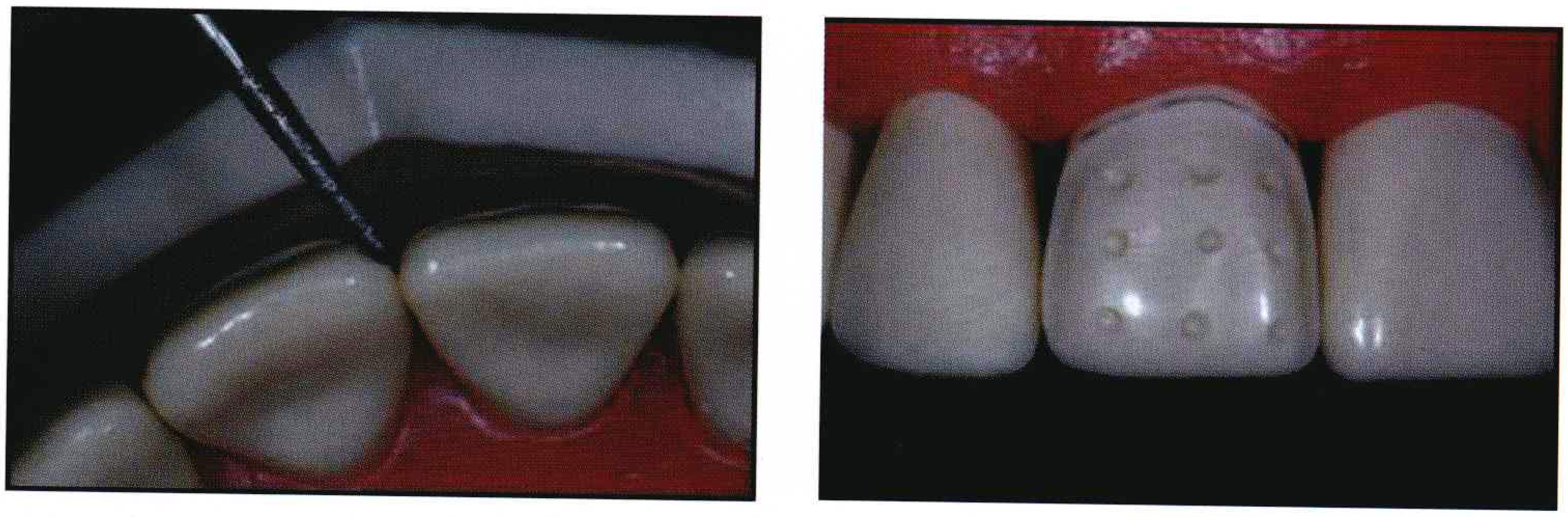
a b

图 4-7(a、b) 首先在牙齿或诊断蜡型上,取硅橡胶或油泥导模 (silicone or putty index)



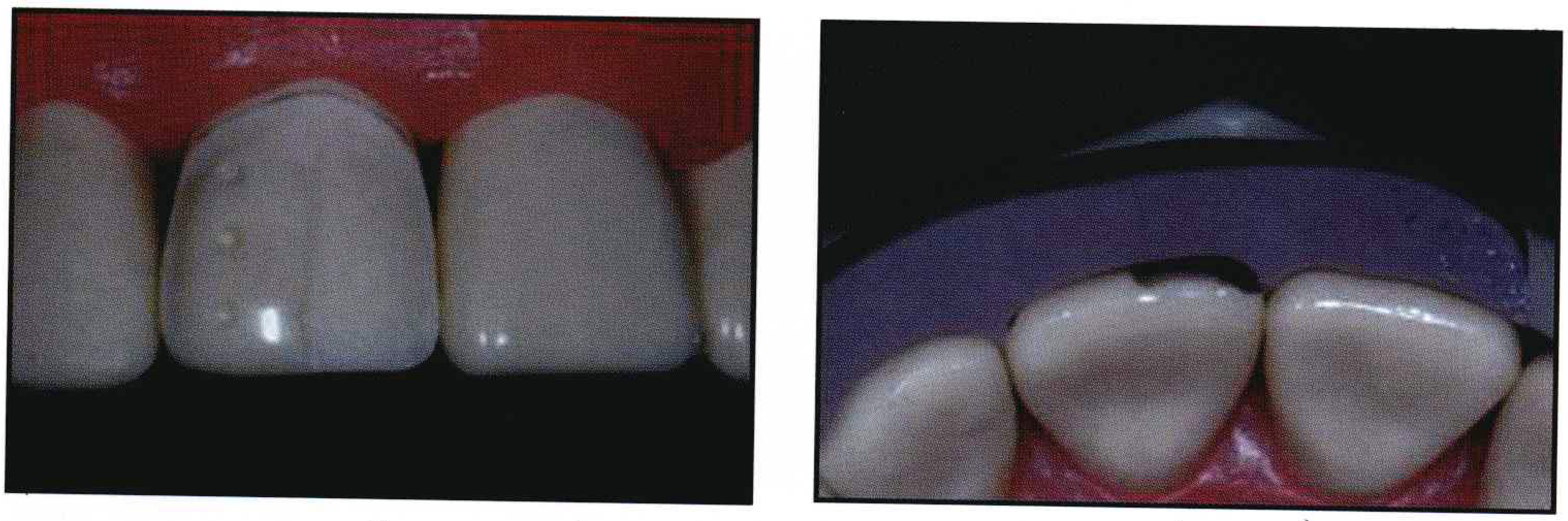
c　　　　d

图 4-7(c、d)　在牙齿用上记号笔标记颈缘线，用球状沿标记线磨除 0.5 mm 深度，并向近远中邻面扩展



e　　　　f

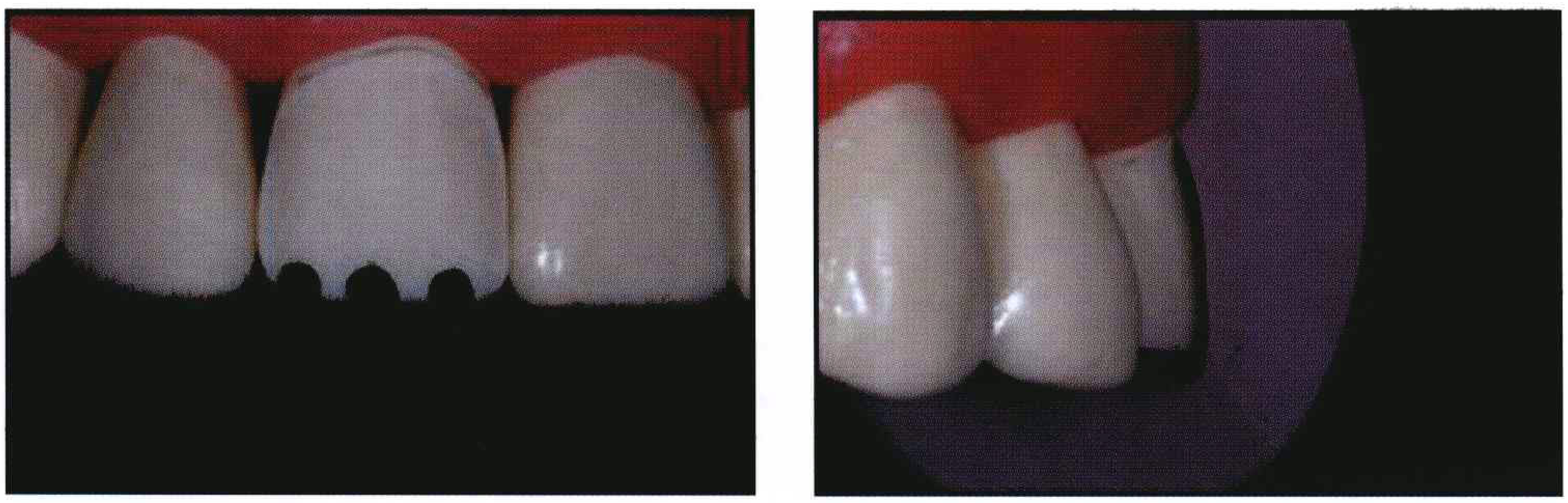
图 4-7(e、f)　用柱状车针修整邻面后，再用球状标记记录各个部位磨除的深度



g　　　　h

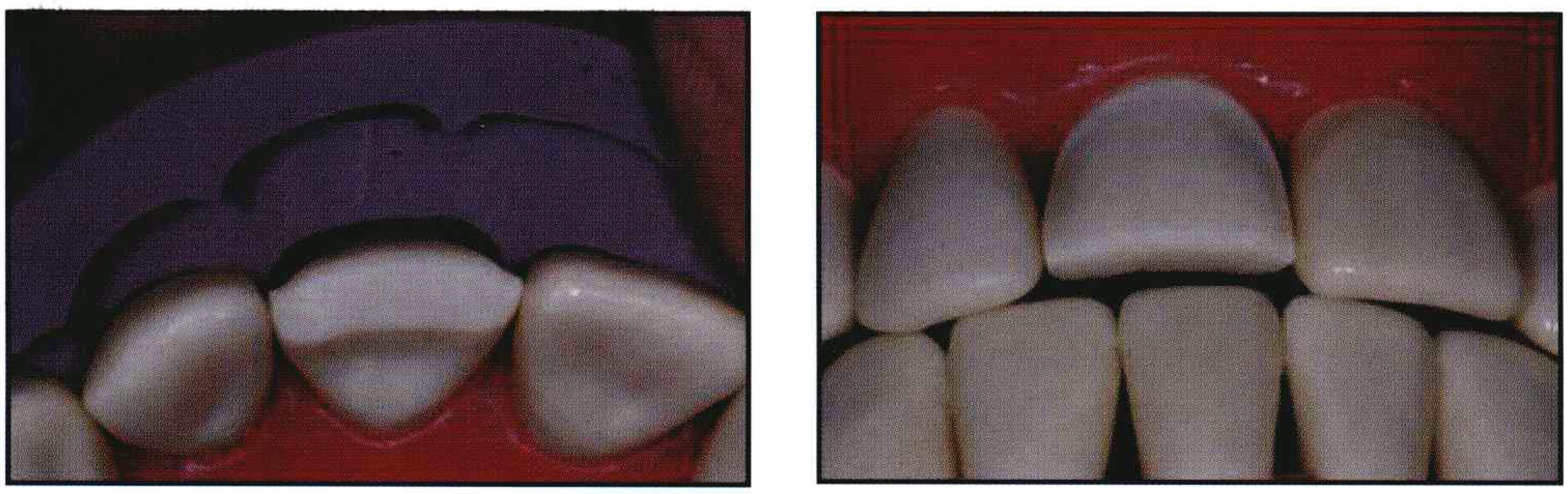
图 4-7(g、h)　用柱状车针按牙体外形均匀磨除牙体组织，并用 putty index 控制牙体磨除量

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



i　　　j

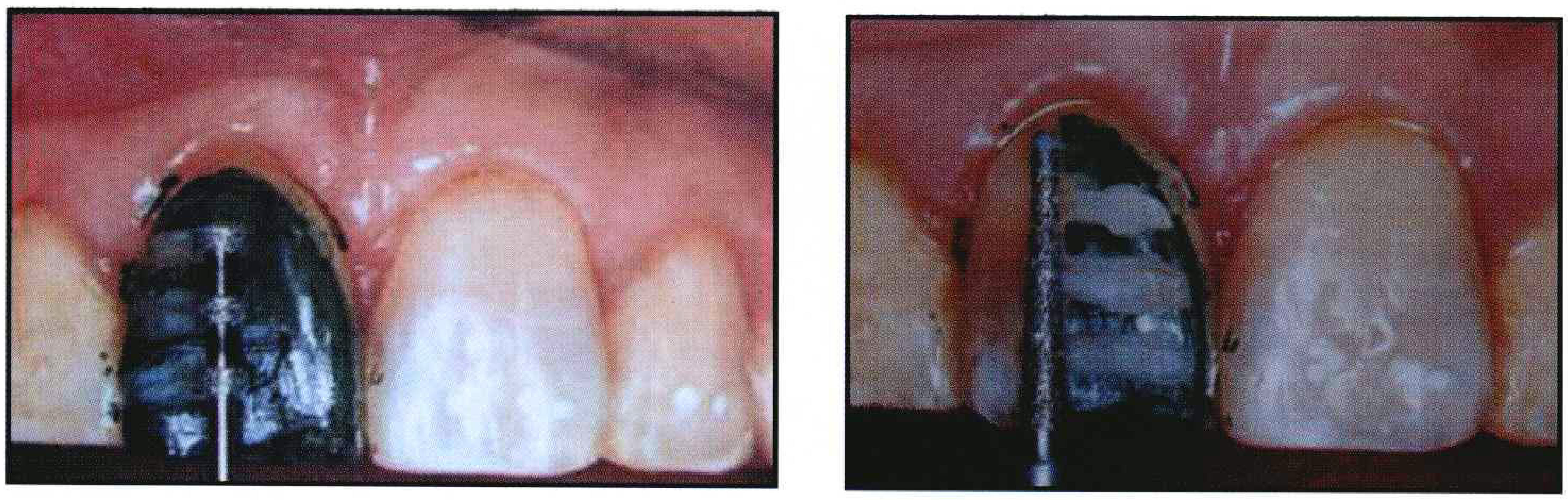
图 4－7(i、j)　标记切端磨除深度后，磨短切缘，并用 putty index 控制切端长度



k　　　l

图 4－7(k、l)　再用 putty index 检查牙体磨除量是否足够，并用精细车针修整表面

当然，瓷贴面基牙预备时也可以直接采用三轮或两轮金刚砂车针在牙齿唇面的牙釉质表面切端、中央、颈部磨出深 0.5～0.7 mm 横行的引导沟(depth orientation grooves)，如图4－8所示。然后，以引导沟的深度为基准均匀地磨除牙釉质，邻面磨除一般不宜破坏邻接点。对于牙齿唇面实际磨除的牙体组织多少，应根据牙齿的颜色和缺损的情况而定。图 4－9 是牙体预备完成后的示意图。



a　　　b

图 4－8　a. 将预备的牙面均匀涂一层着色剂，用三轮车针在唇面磨出深度引导沟；b. 再用圆柱状车针以引导沟深度为基准均匀磨除唇侧牙釉质

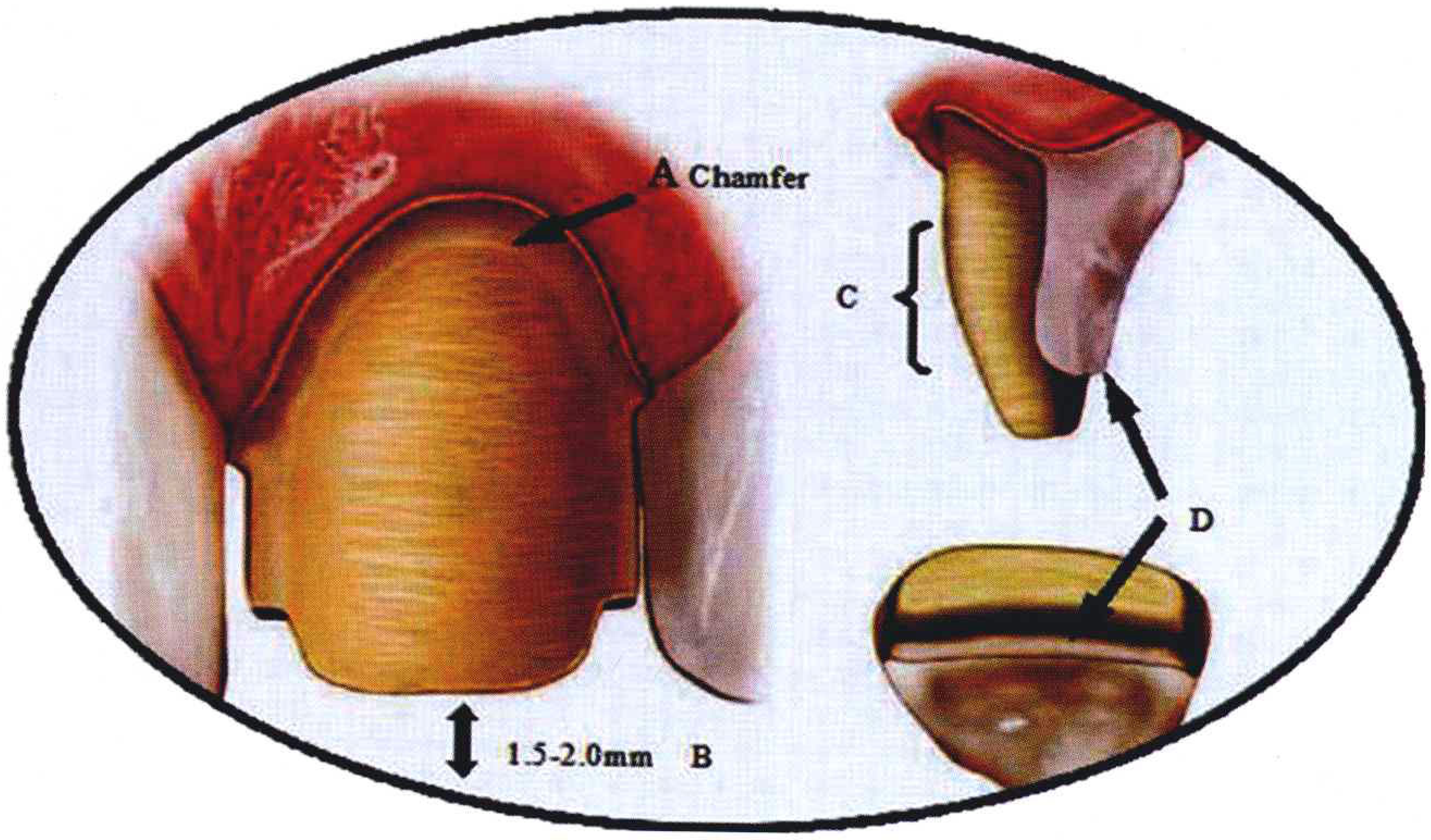


图 4－9　显示了覆盖型(包绕型)瓷贴面牙体预备的示意图。A 区为 120°～135°的浅凹型肩台;B 表明切缘磨除 1.5～2.0 mm 牙体组织;C 为根据牙齿唇面解剖外形在唇侧形成切中和颈中两个面;D 为包绕到舌侧的部分牙体应磨出 1.0 mm 宽的肩台。当然对于前牙切端唇舌径较薄的牙齿来说,无法预备出舌侧肩台,此时可以预备成一个舌侧斜面

图 4－10 是上颌前牙覆盖型瓷贴面牙体预备前和预备完成后的情况,保留了所有预备牙齿间的邻接关系,切缘被磨除 1.5 mm。图 4－11 是制作完成后的覆盖型瓷贴面在石膏模型上复位的情况,瓷修复体的舌侧边缘和基牙预备体的舌侧边缘终止线紧密对接,且对接线避开了正常前伸功能性咬合接触区,有利于防止局部过大的咬合力引起瓷的折裂。

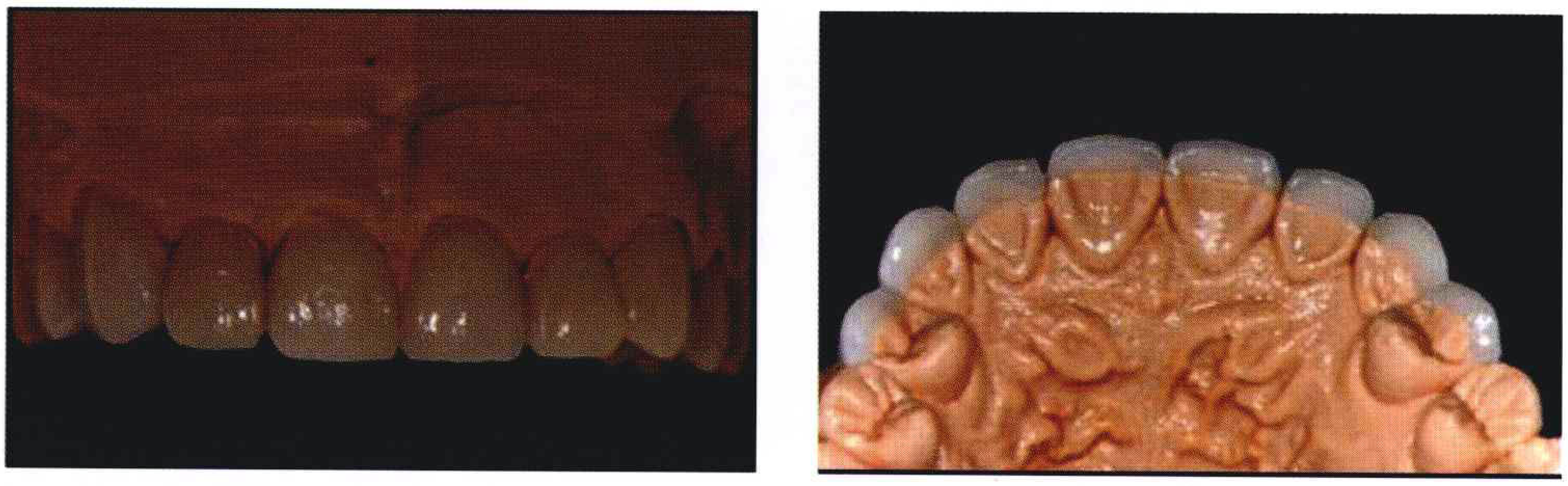

a


b

图 4－10　显示了覆盖型瓷贴面基牙预备前(a)和预备后的情况(b)

近十年来,全瓷贴面已成为国外牙科医师治疗变色、着色前牙,畸形牙,唇侧或切端磨耗牙的首选保守疗法。关于全瓷贴面牙体预备形式也有了较多的研究,总的趋势是最大限度地保存牙体组织,同时对牙周的潜在危害降低到最小。对于牙色正常的牙齿,一般采用龈上边缘或平齐龈缘的牙体预备形式,龈缘形态预备成浅凹型肩台;对于重度着色或牙颈部釉质缺损的病例,则预备成龈下边缘形成深凹型肩台。切

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



a　b

图 4-11　覆盖型瓷贴面完成后在模型上复位检查的情况，a 为唇侧观，b 瓷贴面舌侧包绕切端

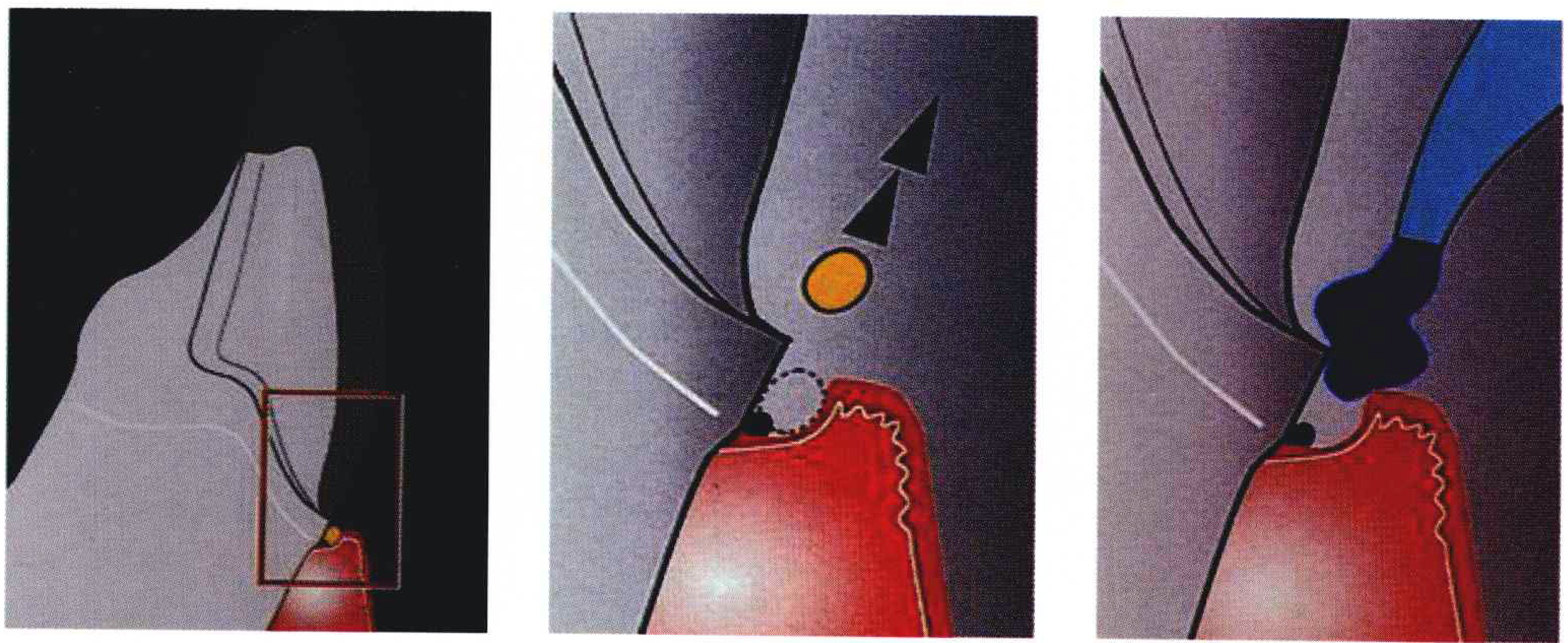
端覆盖型设计时，可以更好地承受咬合力，防止修复体折裂。

3. 取印模、制备工作模

（1）采用双线压排技术分离和退缩牙龈，清晰暴露预备体的边缘外形线。排龈牙线放置时间一般为 5～10 min。详细的牙龈处理技术及取模技术参见第六章。

（2）采用两次硅橡胶印模法获取精细印模，印模取出后应检查印模是否清晰，有无气泡，如有问题应重新取模。

（3）合格的印模先冲洗后常规消毒，再采用超硬代型石膏灌注工作模。



a　b　c

图 4-12　双线牙龈压排技术，保留第一根细线在龈沟内，然后注入硅橡胶

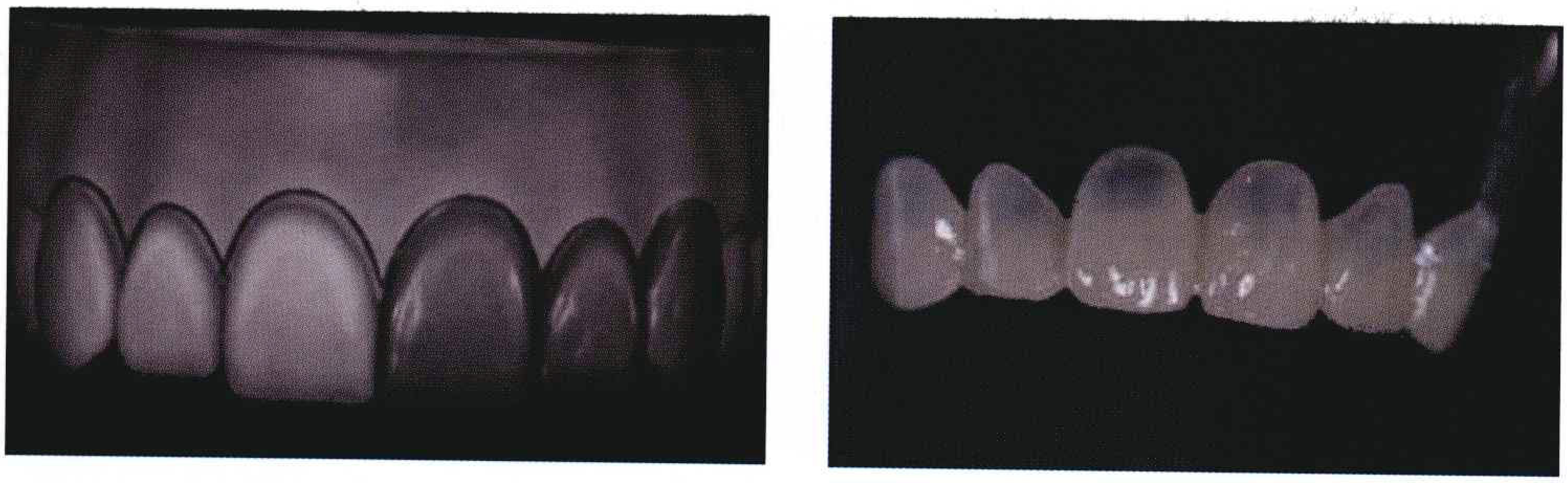
4. 选色与比色

采用 Ivoclar 或 Vita 比色板在自然光线下进行比色、选色，首先选择牙本质颜色，然后再选择饰瓷表面的颜色。对 3～3 前牙（或 4～4 前牙）的颜色选择是根据患者的肤色、年龄、性别，由医师、技师、患者三人共同确定，对个别牙比色参照邻牙的色泽进行选色（详见第七章）。同时，有条件者可以采用牙科专用数码相机清晰拍摄患者的口腔颌面及牙齿的特征以便技师制作时参考。

5. 暂时性贴面的制作

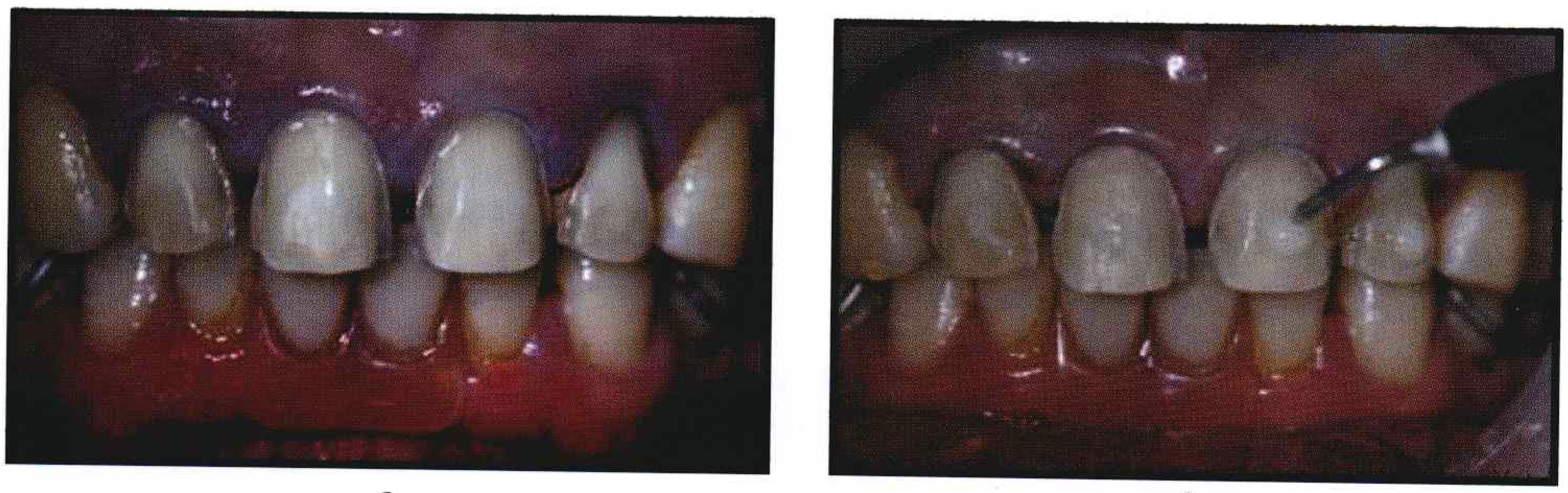
暂时性树脂贴面的制作方法如同暂时冠一样。首先在牙体预备前取患者口腔内

研究模型，用面弓（face-bow）转移上下颌关系，用平面导板（fox plane）记录前牙切平面。在石膏研究模上进行适当的牙齿修整和蜡型制作（如图 4-13a），用硅橡胶在此模型上取备用。当口内牙体预备完成后，在硅橡胶印模内注入自凝树脂即刻放入口内复位，待树脂初凝后取出复位的印模。5～10 min 后树脂完全固化，再小心打磨、精修树脂贴面，如图 4-13b。由于树脂贴面薄、强度低，不能采用暂时冠黏固的方法进行黏结，需要采用特殊的黏结固位方法。先在预备的牙面上用 35%～37%的磷酸在牙釉质表面进行点状酸蚀，酸蚀时间为 5～10 s，然后，在酸蚀部位和贴面组织面涂布少量光固化黏结剂，再用树脂黏固剂将树脂贴面黏结在牙齿上。如图 4-14（a～c）所示。



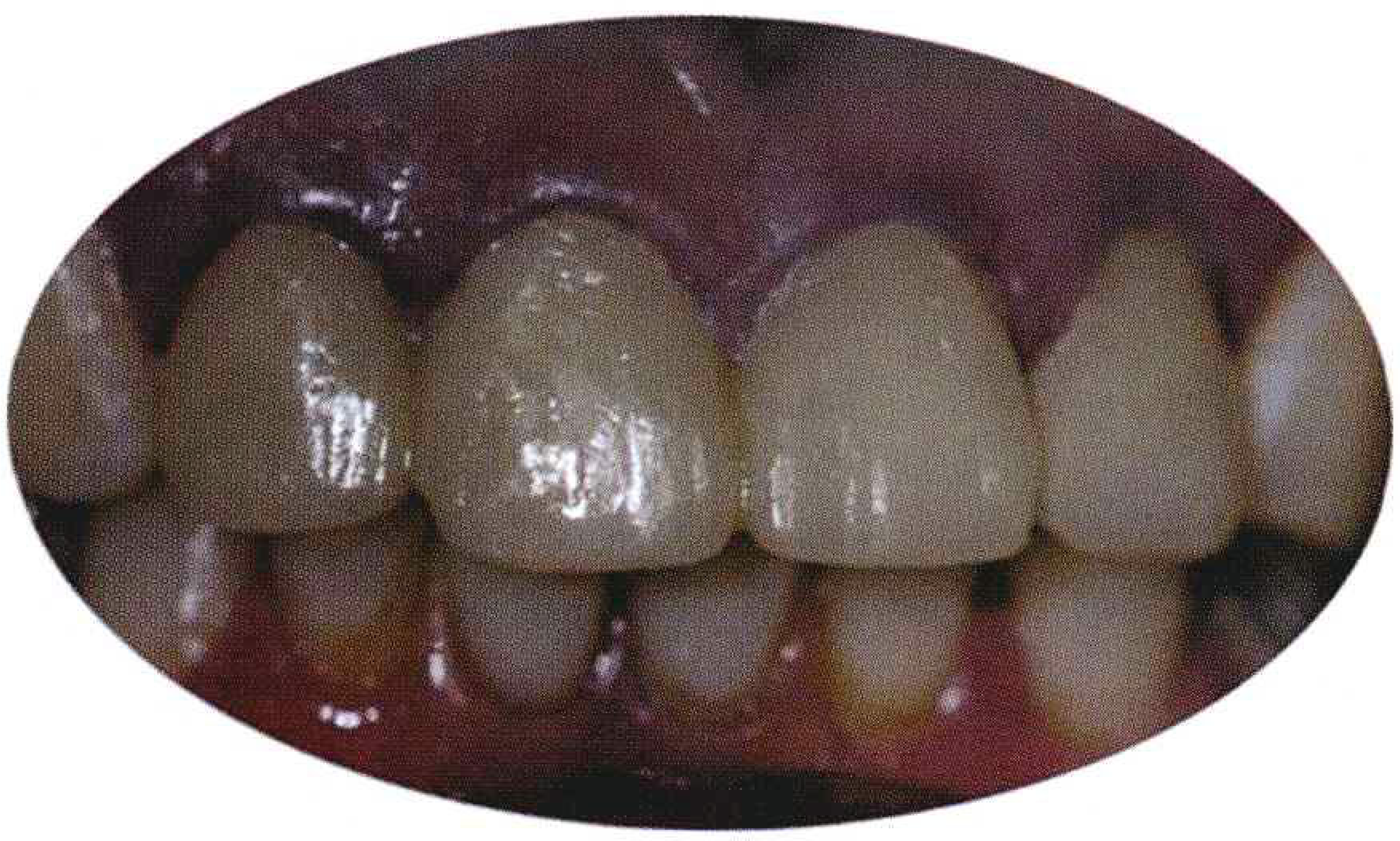
a　　b

图 4-13　a. 在石膏模型上适当修整牙齿外形和制作蜡型；b. 完成的暂时性树脂贴面



a　　b

图 4-14　a. 牙釉质点状酸蚀 5～10s 后，在酸蚀部位涂布少量的光固化黏结剂；b. 将流体树脂黏固剂放在牙齿上黏结树脂贴面；



c

图 4-14　c 黏结完成的树脂贴面

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

6. 瓷贴面的制作

根据贴面修复体所用的材料不同，制作方法的差异很大，主要有热压铸造技术和粉浆涂塑技术制作陶瓷贴面。采用预成陶瓷块经牙科专用 CAD/CAM 切削加工也可直接制作全瓷贴面。详细的制作方法见第九章。

第五节　瓷贴面的黏结

稳固而又持久的黏结是瓷贴面发挥功能的基础，制作精美的瓷贴面只有通过牢固而且可靠的黏结在牙齿上才能发挥美观、咀嚼和发音功能。瓷贴面一般采用光学性能较好的玻璃陶瓷制作，其材料主要是长石瓷、白榴石增强的长石瓷、云母玻璃陶瓷和二硅酸锂玻璃陶瓷等。在这些陶瓷材料中因为都含有大量的玻璃成分（占30%～70%），因而均能被氢氟酸所酸蚀。对于玻璃陶瓷的瓷贴面处理，一般临床上采用 4%～10%的氢氟酸酸蚀处理。长石瓷、白榴石增强的长石瓷、云母玻璃陶瓷采用 10%氢氟酸酸蚀，其酸蚀时间为 1 min 左右；二硅酸锂玻璃陶瓷酸蚀时间为 20 s。如果采用 4% 氢氟酸酸蚀，其相应的酸蚀时间要延长一倍。在进行贴面表面酸蚀时切勿将酸蚀剂沾到皮肤上，如皮肤上有酸蚀剂，应立即用大量流水冲洗，严重者应到医院烧伤科会诊处理，见图 4－15。

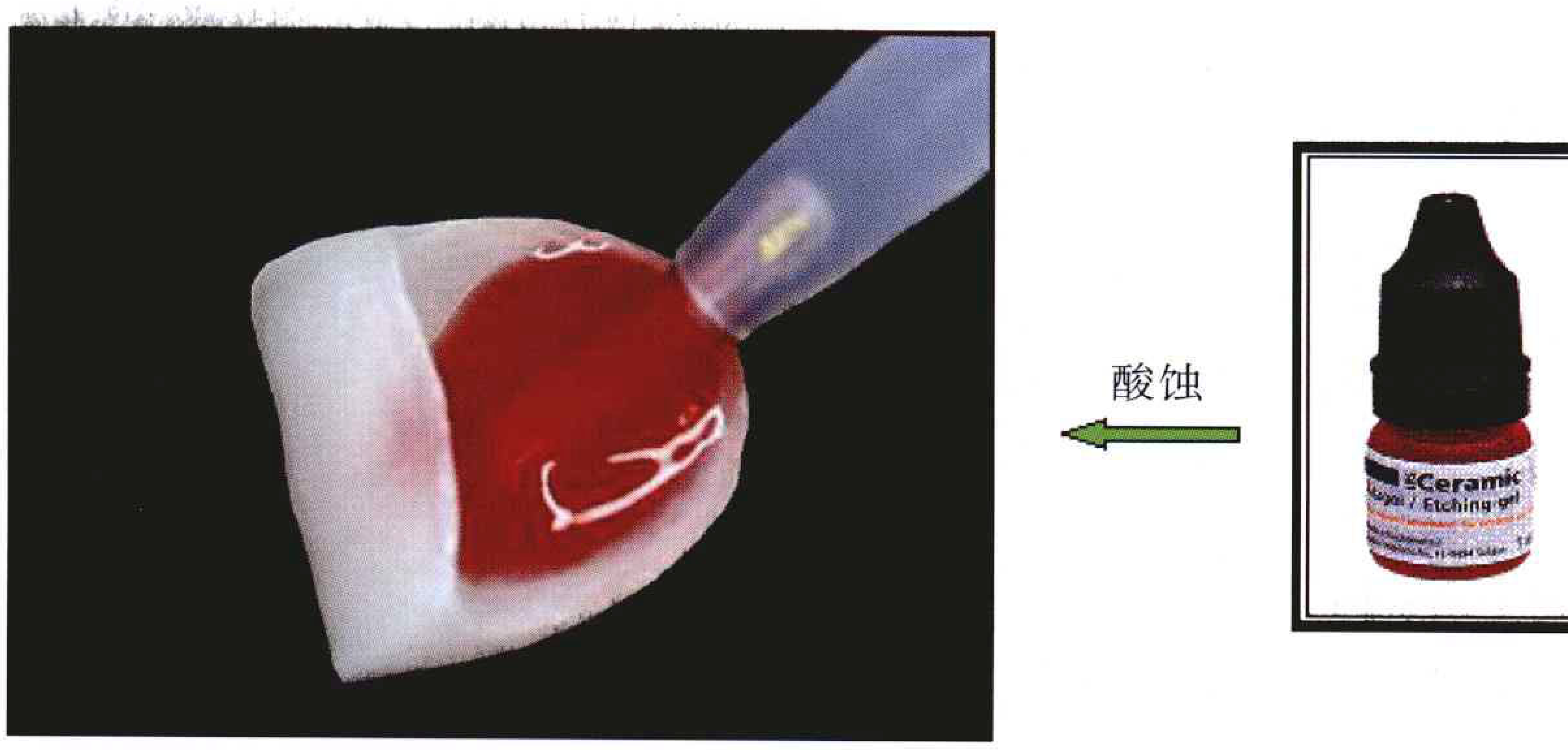


图 4－15　IPS e. max HT 瓷贴面采用 4%～10%的氢氟酸酸蚀 20～40s

经酸蚀后的瓷贴面用流水冲洗，吹干后再用涂布硅烷偶联剂和树脂黏结剂。对于硬质树脂贴面的处理，表面可先喷砂后再涂布树脂黏结剂，见图 4－16。

临床瓷贴面的失败主要是瓷折和瓷面的脱落，而脱落主要发生在树脂和牙面的黏结界面，因此，牙齿表面的处理更加显得重要。在去除暂时性贴面后可采用表面去污剂进行表面清理，再采用 35%的磷酸酸蚀牙齿表面，牙釉质酸蚀时间为 20 s，牙本质为 10 s。牙本质酸蚀时间切勿过长，否则会引起牙髓炎。酸蚀后的牙面吹干后涂布牙本质处理剂（Primer）和牙本质黏结剂，最后用低黏稠度的树脂黏固剂将瓷贴面和牙齿黏结在一起。在光固化前，应轻轻加压贴面使之与牙齿密合，并用含有黏结剂的小海绵球拭去边缘多余的黏固剂，见图 4－17、图 4－18、图 4－19。

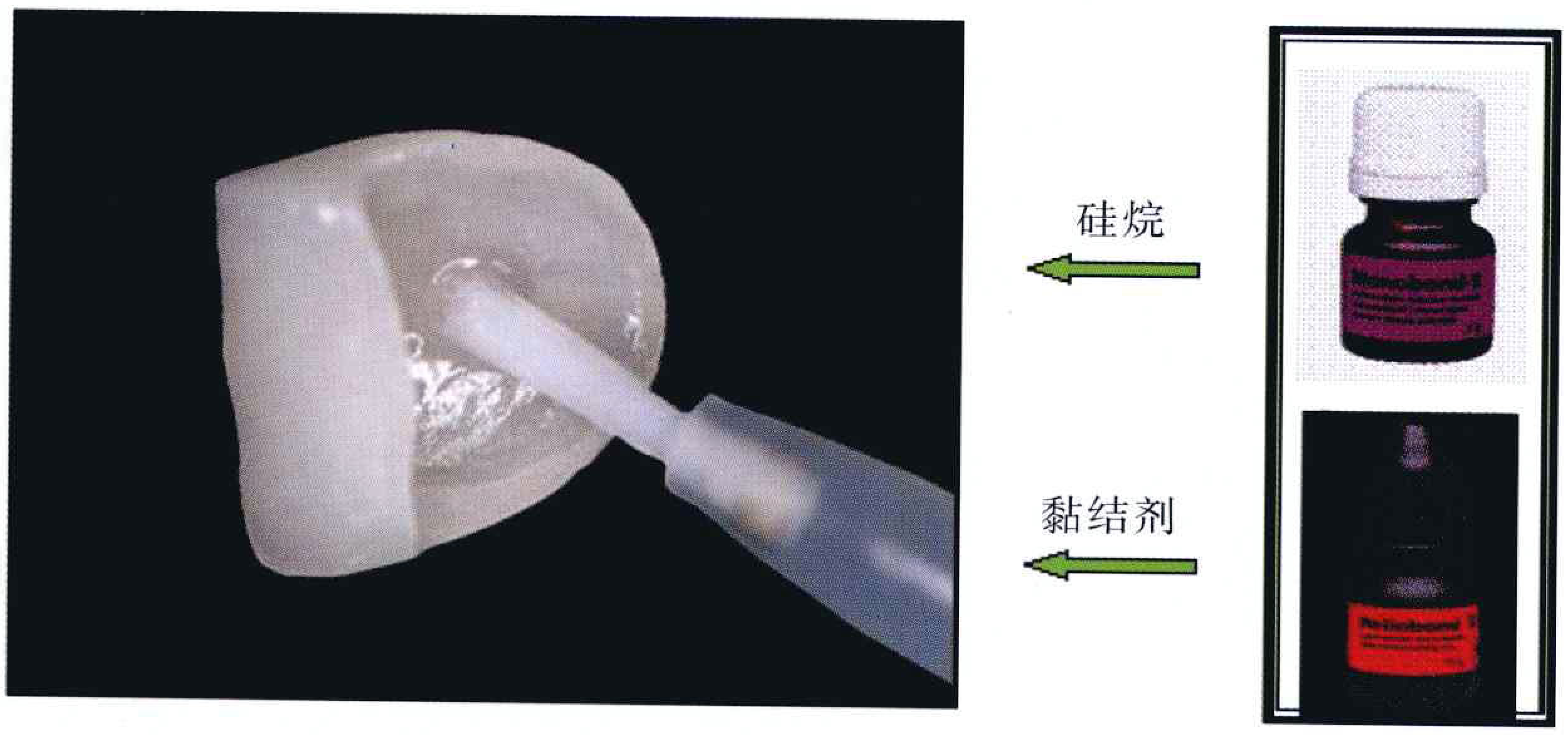


图 4－16　酸蚀后的瓷贴面表面硅烷涂布，1 min 后再涂布树脂黏结剂

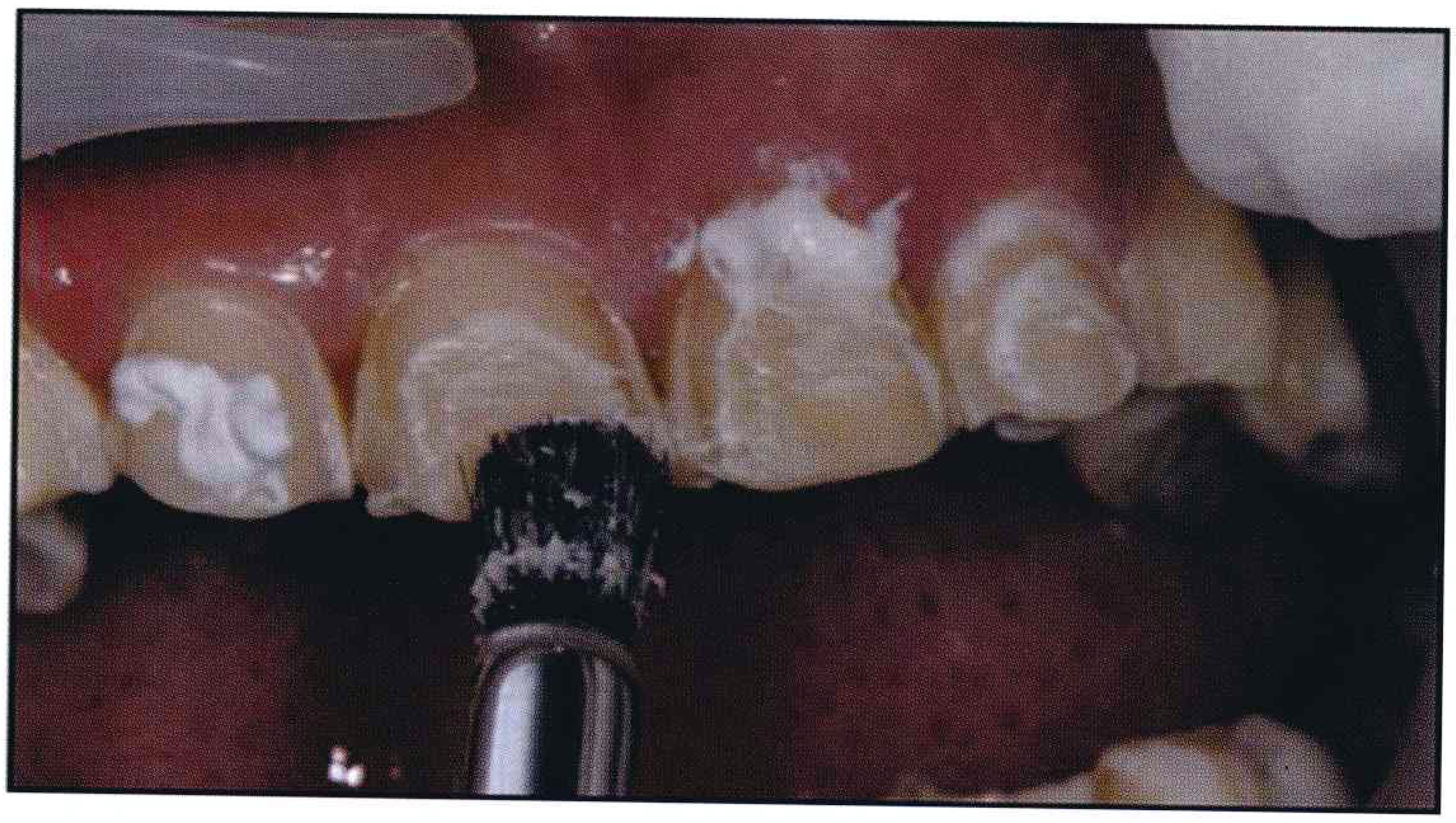


图 4－17　在低速下用小刷子沾去污剂清理牙齿表面



图 4－18　牙齿表面涂布表面处理剂和黏结剂

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

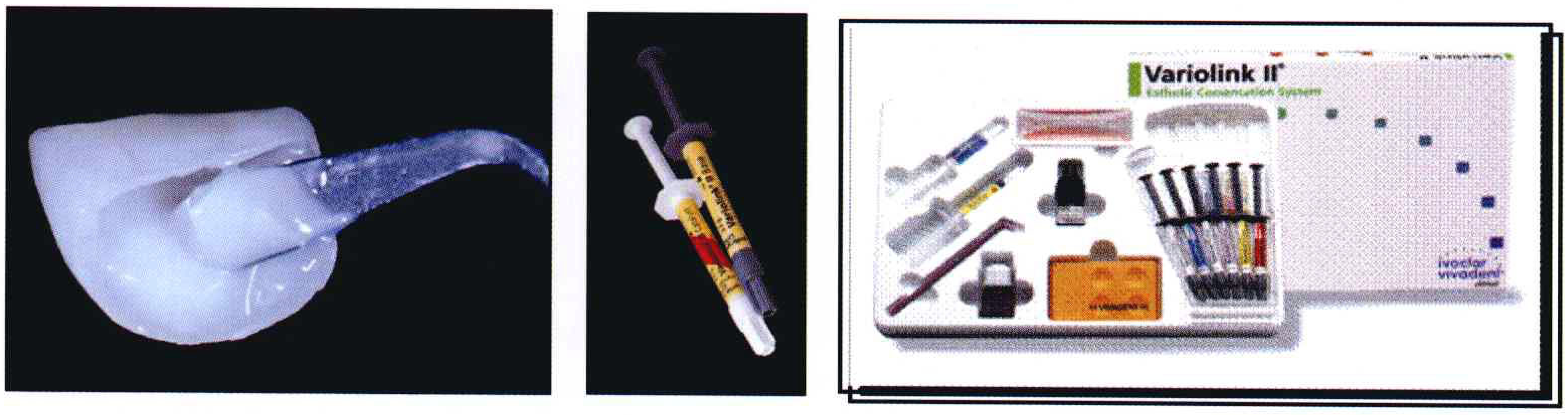
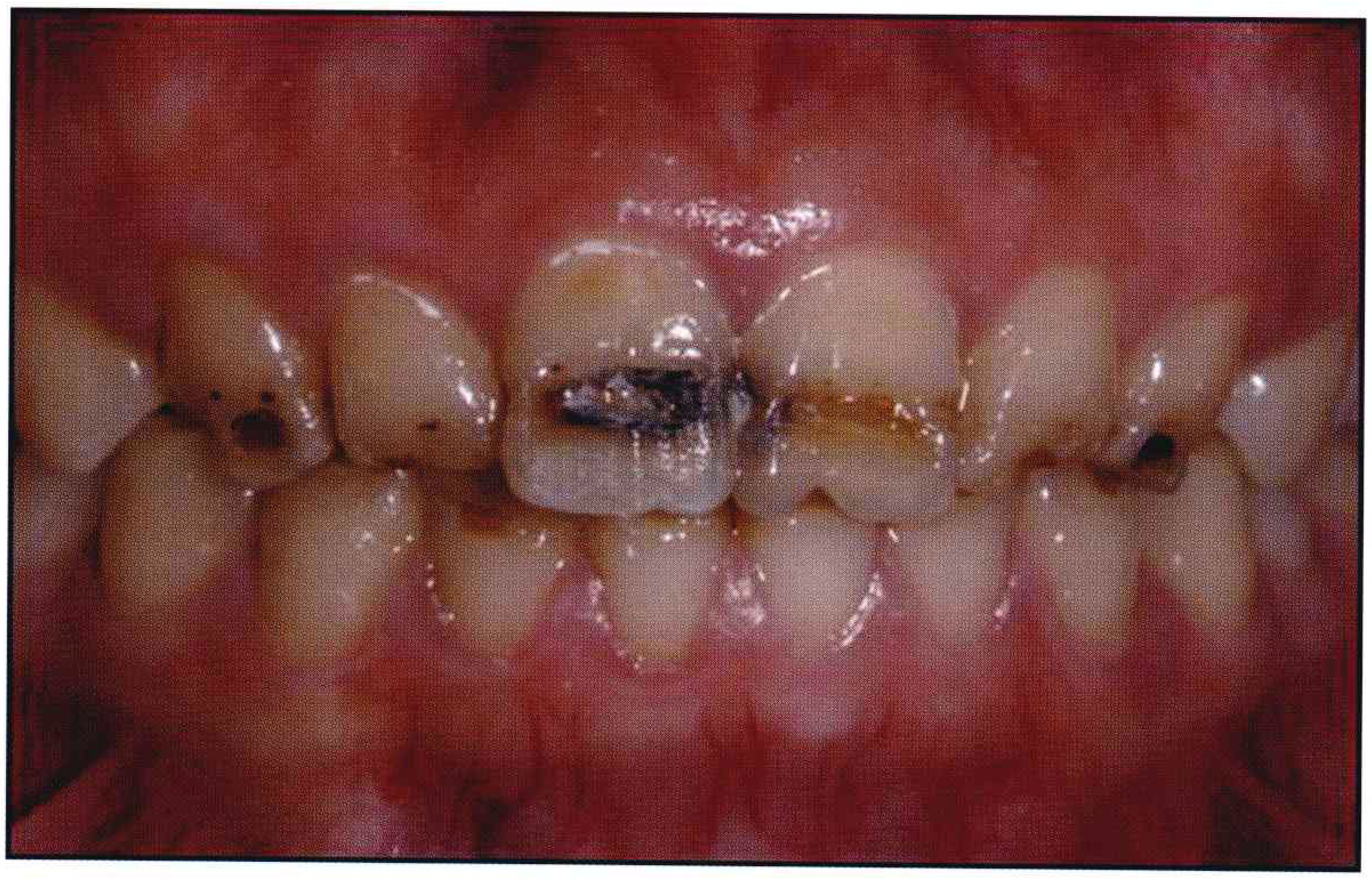


图 4－19　调拌黏固剂将瓷贴面黏结到牙齿上

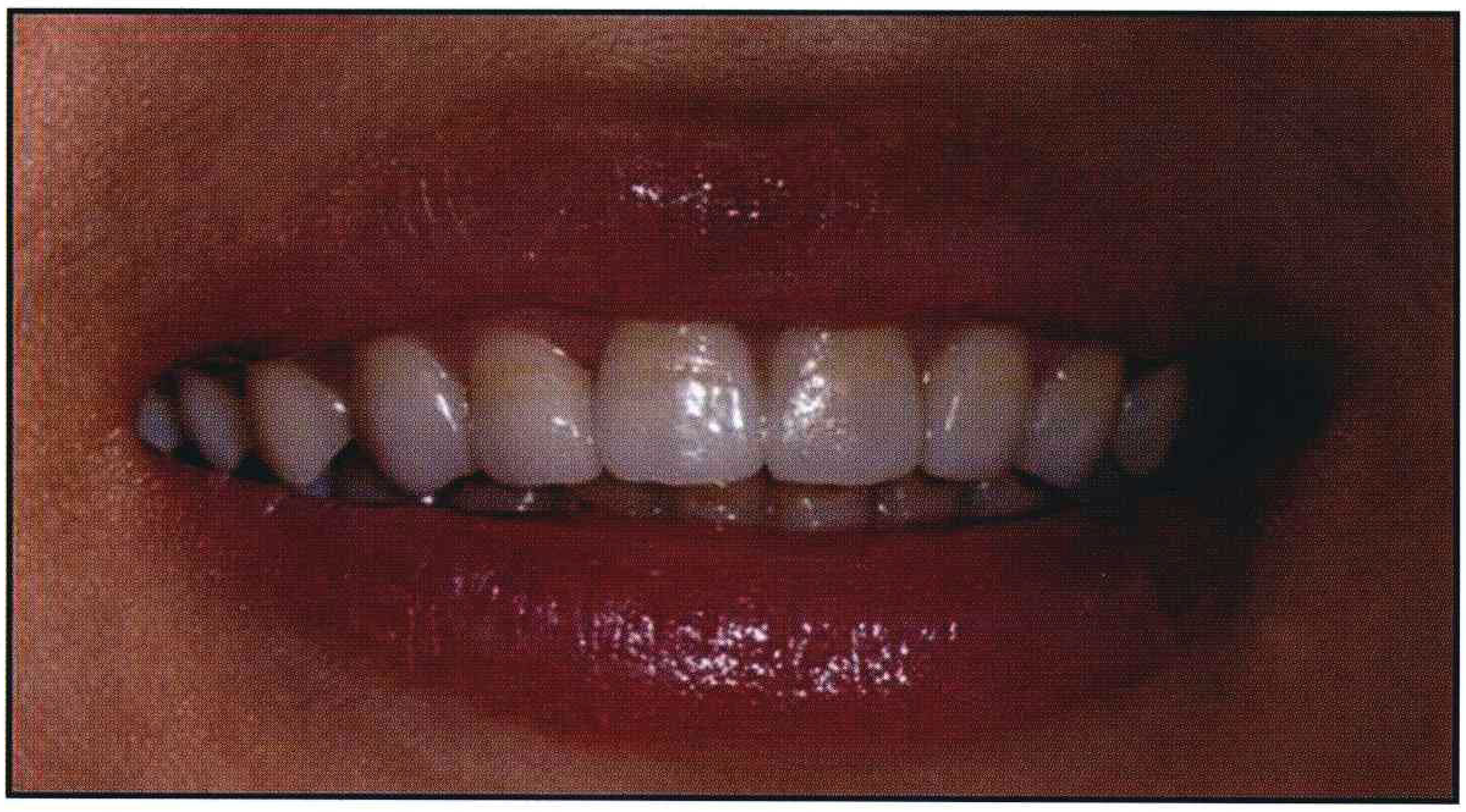
图 4－20a 显示了上颌 3－3 前牙牙体组织缺损并伴有龋坏的在修复前的情况；图 4－20b 是患者在采用热压铸造玻璃陶瓷制作的瓷贴面修复后的情况，该全瓷贴面在患者口腔内已使用 8 年时间，修复体牙龈边缘无着色和牙龈炎现象的产生，贴面色泽正常。图 4－20c 是患者瓷贴面修复正面观效果。



a



b



c

图 4-20(a～c) 患者在 2001 年经瓷贴面修复后的效果

瓷贴面在临床应用关闭散在牙间隙时，也会遇到贴面试戴中牙齿间还存在未能关闭的间隙，如图 4-21 所示。这是由于技师在修整代型前没有复制牙龈外形，或者由于暂时性贴面过大压迫牙龈所致。对于前者需要临床重新取模后再添加饰瓷关闭间隙，而后者需要把暂时性修复体修整后再戴用 1 周后，再次试戴贴面，如还存在间隙，则需要取模，在模型上添加饰瓷，关闭间隙，见图 4-22。因此，在瓷贴面制作过程中的每一个步骤都应仔细认真。



图 4-21 瓷贴面试戴时右侧 2⊥1 间有较大间隙

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

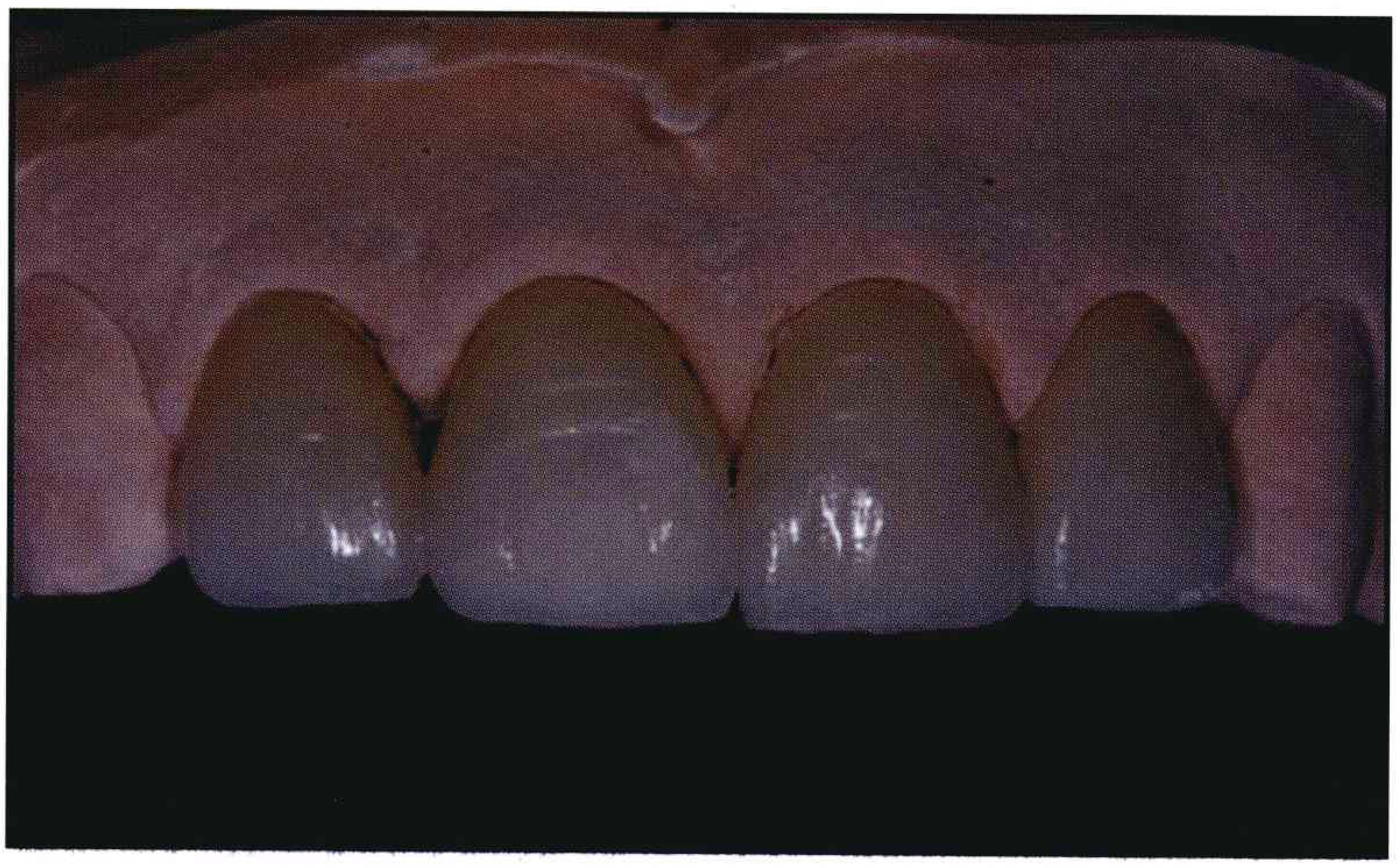


图 4-22 重新取模在模型上添加饰瓷，再次烧结，以关闭间隙

参考文献

[1] Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces[J]. J Dent Res, 1955, 34:849-853.

[2] Simonsen RJ, Calamia JR. Tensile bond strength of etched porcelain[J]. J Dent. Res, 1983, 62:297.

[3] Ubassy G. Shape and color: the key to successful ceramic restorations[M]. Berlin: Quintessence, 1993.

[4] Stacey GD. A shear stress analysis of the bonding of porcelain veneers to enamel[J]. J Prosthet Dent, 1993, 70:395-402.

[5] Touati B, Miara P, Nathanson D. Esthetic dentistry and ceramic restorations[M]. NewYork: Martin Dunitz, 1999.

[6] Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature[J]. Journal of Dentistry, 2000, 28:163-177.

[7] Magne Pasca, Belser U. Bonded porcelain restorations in the anterior dentition: a biomimetic approach[M]. Chicago: Quintessence, 2002.

第五章　全瓷冠桥修复

全冠是用于保护残留牙体组织、恢复牙齿原有形态和咬合功能并覆盖整个牙体组织的一种修复体。全冠根据其制作用的材料不同又分为金属全冠(metal crown)、金属烤瓷全冠(porcelain fused to metal，PFM)、复合树脂全冠(composite resin crown)和全瓷冠(all ceramic crown)四种不同形式的修复体。目前，口腔修复临床常用的全瓷冠修复材料有：二硅酸锂玻璃陶瓷(IPS e. max)、白榴石增强的长石瓷(vita mark Ⅱ)、玻璃渗透陶瓷(in－ceram)、氧化铝陶瓷(procera all－ceram)、氧化锆陶瓷(ZrO_2)等。在临床上选用上述不同材料制作修复体时应根据患者口腔内的具体条件、美观要求、经济状况以及制作者本身的技术条件进行合理的牙体制备和科学的义齿制作，才能完成一个符合生物体要求的精美修复体。

第一节　全瓷冠桥修复的适应证和禁忌证

全瓷冠修复由于磨除的牙体组织量较大，在临床使用中应严格掌握其适应证和禁忌证，对于青少年的牙体缺损应尽可能采用保守的光固化树脂修复或瓷贴面修复以改善美观，只有当固位不足时才能考虑采用桩＋核＋冠的修复。

一、全瓷冠修复的适应证

(1)牙体缺损范围较大，不能做瓷贴面修复前牙。
(2)牙体变色严重，经常规漂白治疗效果不明显的牙齿。
(3)需要做固位体或升高咬合恢复邻接关系的牙齿。
(4)畸形牙、错位牙、扭转牙而不宜做正畸治疗者。

二、全瓷冠修复的禁忌证

(1)乳牙以及青少年恒牙牙体缺损较小且为活髓者。
(2)严重的夜磨牙及咬合力过大的患者。
(3)前牙切对切咬合未矫正者。
(4)牙周疾患不适宜做固定修复者。

对于前牙全瓷固定桥的设计，不仅要考虑口腔内的具体条件，还要考虑所选材料的力学性能。IPS e. max、procera all ceram、in－ceram 仅限于跨度小于 11 mm 的前

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

牙三单位桥，氧化锆可以制作三单位以上的全瓷固定桥。由于桥体和固位体之间的连接体是应力集中区，其连接体面积至少要满足以下条件：

IPS e. max 玻璃陶瓷≥16 mm^2

procera all ceram, in - ceram 氧化铝陶瓷 ≥12 mm^2

氧化锆陶瓷 ≥9 mm^2

贵金属 ≥6. 25 mm^2

第二节　全瓷修复体的基牙预备

一、牙体预备的基本原则(principles of tooth preparation)

(1)预备体的两邻面咬合向聚合角度的理想范围应为 3°～5°，在此聚合度的范围内，切牙和前磨牙的切龈距离或殆龈距离应该≥3 mm，磨牙的殆龈距离应该≥4 mm。同时，对所有牙齿来说，预备体切龈距离或殆龈距离与颊舌距离的比例应该至少是 0. 4 或更高。

(2)牙体预备的任何时候预备体的邻面转角均应该被保留，从而保持周边形态的变化，以此提高预备体的固位形。如牙体预备后没有自然的周边形态或牙齿缺少足够的固位形时，应该采用轴沟或箱状洞型来增加固位力。

(3)牙体预备后应保留足够的牙体组织，确保预备体有足够的强度支持修复体在咀嚼运动中承受的咬合力，如预备体的抗力不足，应采用高强度纤维桩、树脂核材料进行加强。

(4)当牙齿条件和美观需求允许的情况下，修复体肩台的终止线应放置在龈上；当修复体的美观和固位需要较高时，预备体龈缘终止线可位于龈下，但不应被延伸至上皮附着处。

(5)牙体预备量的多少取决于牙齿的自身的条件(包括牙齿颜色、大小、外形等)、修复体所用材料的强度和光学性能。牙科医师应尽可能保留最多的牙体组织，选用最合适的修复材料来满足患者美学修复的需要。

二、全瓷冠牙体预备中车针的选择

牙体预备车针对于牙科医师来说，就如同外科医师的手术刀。在进行牙体组织切割时，不同的部位、不同的牙体预备要求，均应选择相对应的金刚砂车针进行牙体磨除，如图 5 - 1 所示。A 为球状车针，用于牙齿唇舌颈部深度和外形的预备；B 为细长型车针，用于邻面片切；C 为轮状刻度标记车针，用于牙齿唇颊侧磨除深度的标定；D、E、F 锥形车针用于大面积的牙体组织磨除，但因车针头部形态的不同，预备出的牙齿颈部肩台形状也有所不同；D 为锥形圆头车针，用于预备凹型肩台；E 为锥形平头改良式车针，用于预备直角改良型肩台；F 为锥形尖头车针，用于预备斜面型肩台；G 橄榄状车针和 H 杵状车针，用于牙齿舌侧或咬合面的磨除。

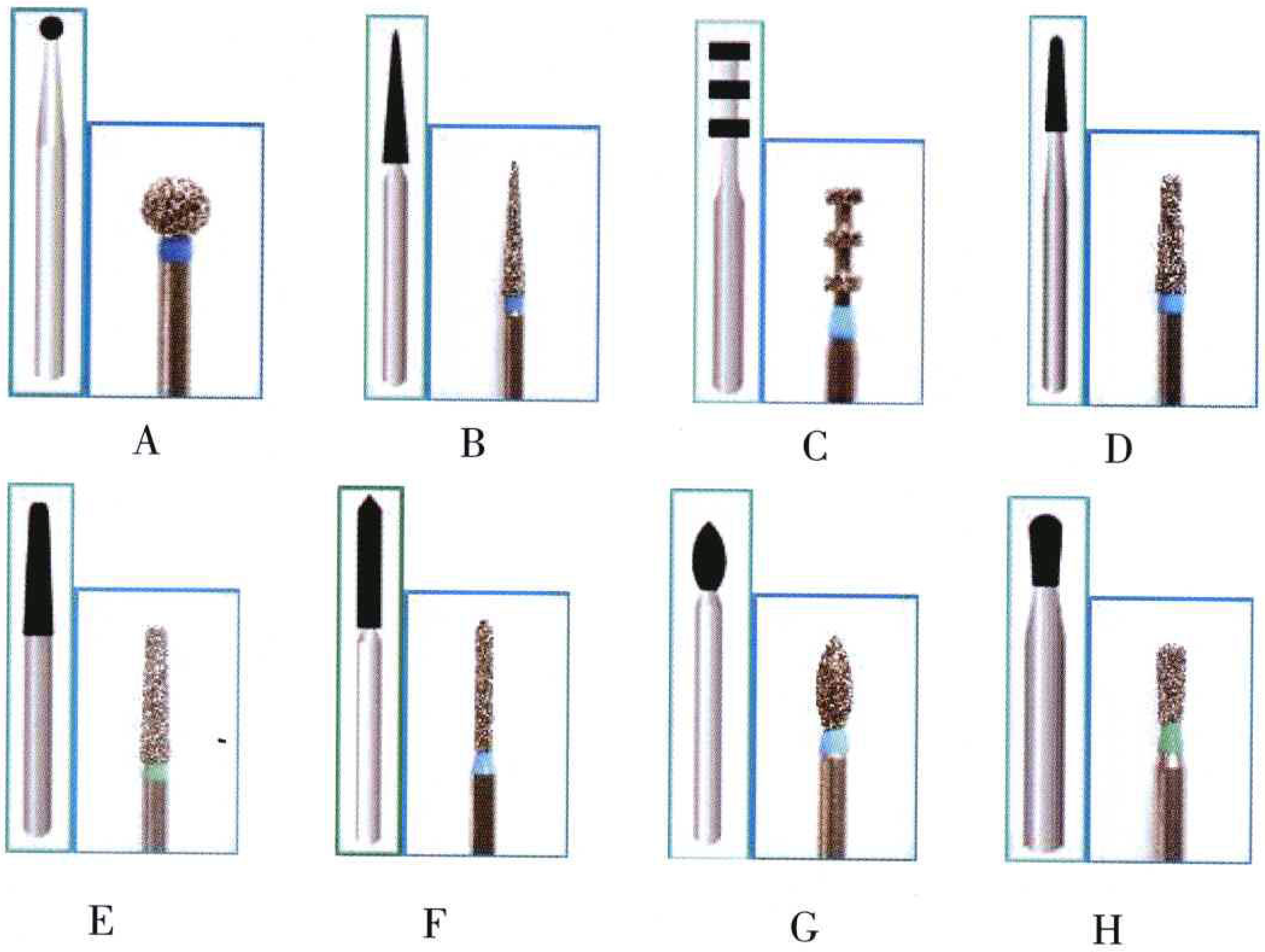


图 5-1(A～H) 不同类型的金刚砂车针

金刚石车针除了有各种不同的形状以满足临床牙体预备的需要外，其表面的金刚砂颗粒大小也有不同。金刚砂颗粒较细的车针预备出的牙齿表面较为光滑，而颗粒较粗的车针预备出的牙齿表面有明显的划痕，表面粗糙度较大，如图 5-2 所示。因此，在牙齿形状预备初步完成后，必须采用表面金刚砂颗粒较细的车针进行磨光，特别是在预备体颈部肩台处应做精细的修整，以确保制作出的全瓷修复体与预备体之间有良好的密合性，减少树脂黏结后边缘微渗漏(microleakage)的产生。

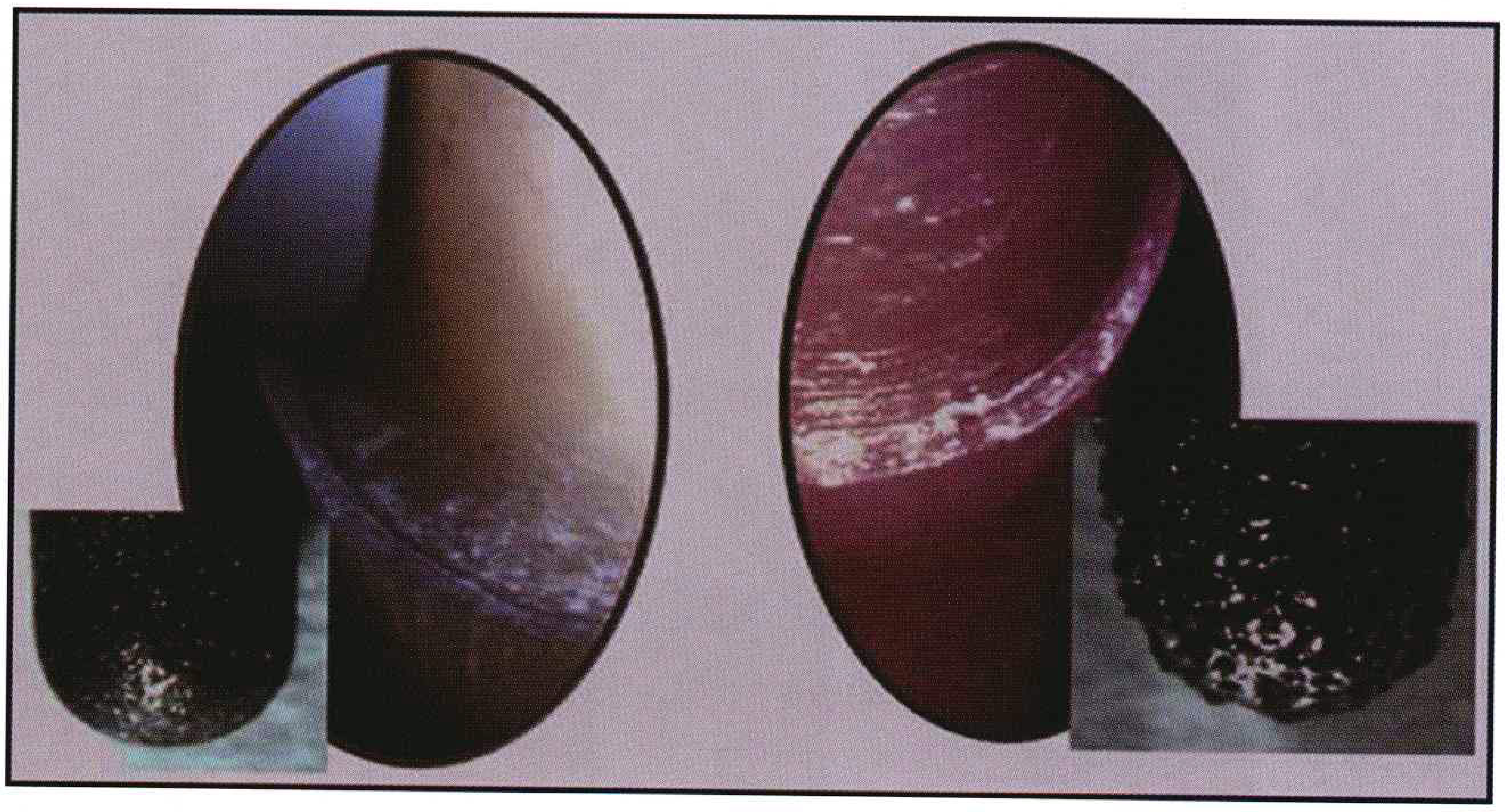


图 5-2 不同大小金刚砂颗粒的车针预备出的牙齿表面结构

车针柄上不同的颜色代表了车针表面不同粗细的金刚砂颗粒：

黑色≃150 μm　蓝色≃105～125 μm

红色≃45 μm　黄色≃25 μm　白色≃15 μm

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

三、全瓷冠牙体预备的步骤

1. 唇舌沟槽预备

唇舌面预备的目的是消除倒凹，将牙齿轴面最大周径线降到全冠边缘的终止线处。首先用一直径合适的金刚砂球钻在唇舌侧牙龈上方 0.5～1.0 mm 处，制备出合适深度的沟槽。如图 5－3，沟槽的深度应根据牙齿的颜色，根据选用全冠修复材料强度和光学特点来决定。

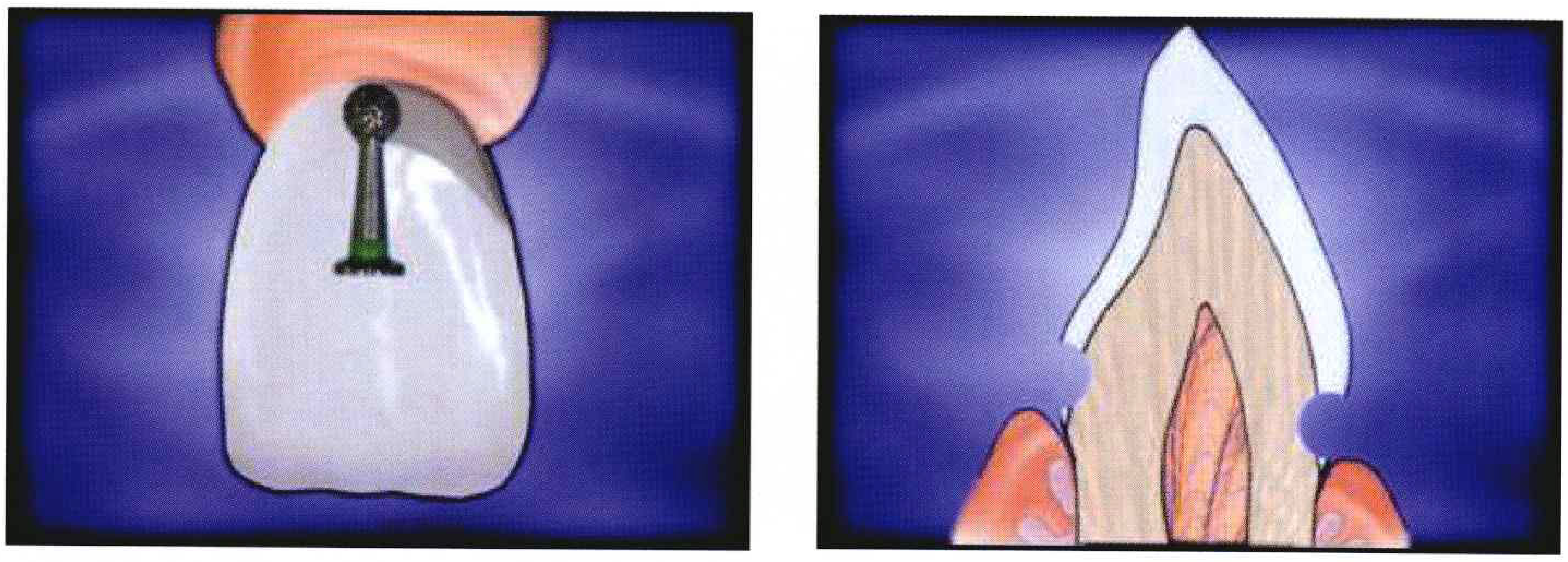


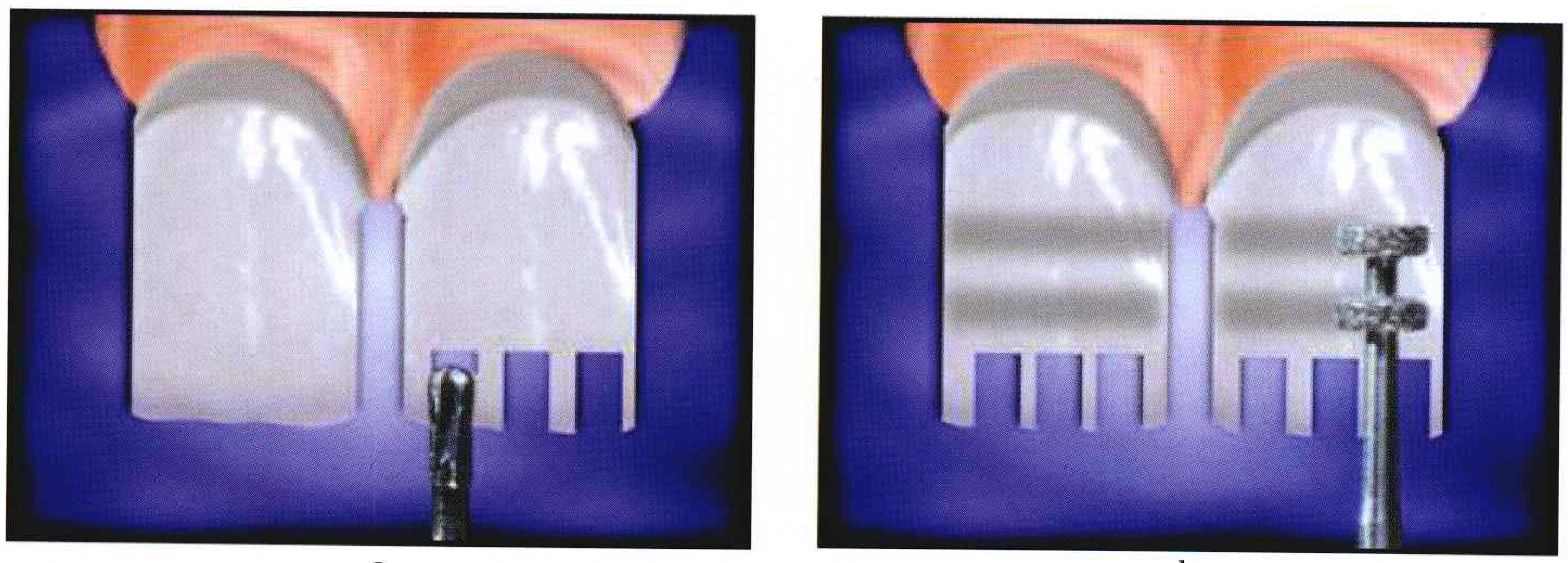
图 5－3　首先用金刚砂球在牙齿唇舌侧预备一标记深度

2. 邻面预备

邻面预备的目的是消除患牙邻面的倒凹，与邻牙完全分离，形成协调的戴入道，预备出全冠修复材料所要求的邻面空隙。首先用细长型的金刚砂车针将预备体和邻牙分开，然后用柱状金刚砂车针修整邻面，邻面的肩台宽度与牙齿唇侧相同。

3. 切端预备

切端预备的目的是为恢复全冠切缘的形态，特别是为切端的透光性提供足够的空间，并为上下颌前牙建立正常的咬合关系提供条件。如图 5－4 所示。



a　　b

图 5－4　a. 用钨钢车针在切端磨除 2 mm 深的凹槽；b. 用二轮车针在唇侧标记磨除的深度

4. 牙体组织切割及磨除量

全瓷冠修复的基牙磨除量取决于选用陶瓷材料的强度、断裂韧性和透光性等。

一般来说，前牙轴面、唇面及舌面磨除不小于 1.0 mm，切端及咬合面磨除不小 1.5 mm。对于 IPS e. max、in－ceram、procera all ceram 全瓷材料牙体颈部肩台的宽度在 1.0 mm 为宜，氧化锆全瓷冠的肩台宽度可在 0.5 mm。如果牙齿颜色欠佳呈灰黑色，经常规的漂白治疗效果不能满意，而需全瓷冠修复来改善一点牙齿本身的颜色时，唇侧牙体组织的预备量可增加一些，但必须要保证残留的牙体组织有一定的强度，足以抵抗修复体在行使咀嚼功能时咬合力的作用，而不至于产生基牙的折断现象。有研究表明，磨除 1 mm 厚度的牙齿，制作 1 mm 厚度的全瓷修复体，可以使原有的 A3 色改变成 A2 色。图 5－5、5－6 显示了牙齿唇舌侧的磨除和颈部边缘的精修过程。


a

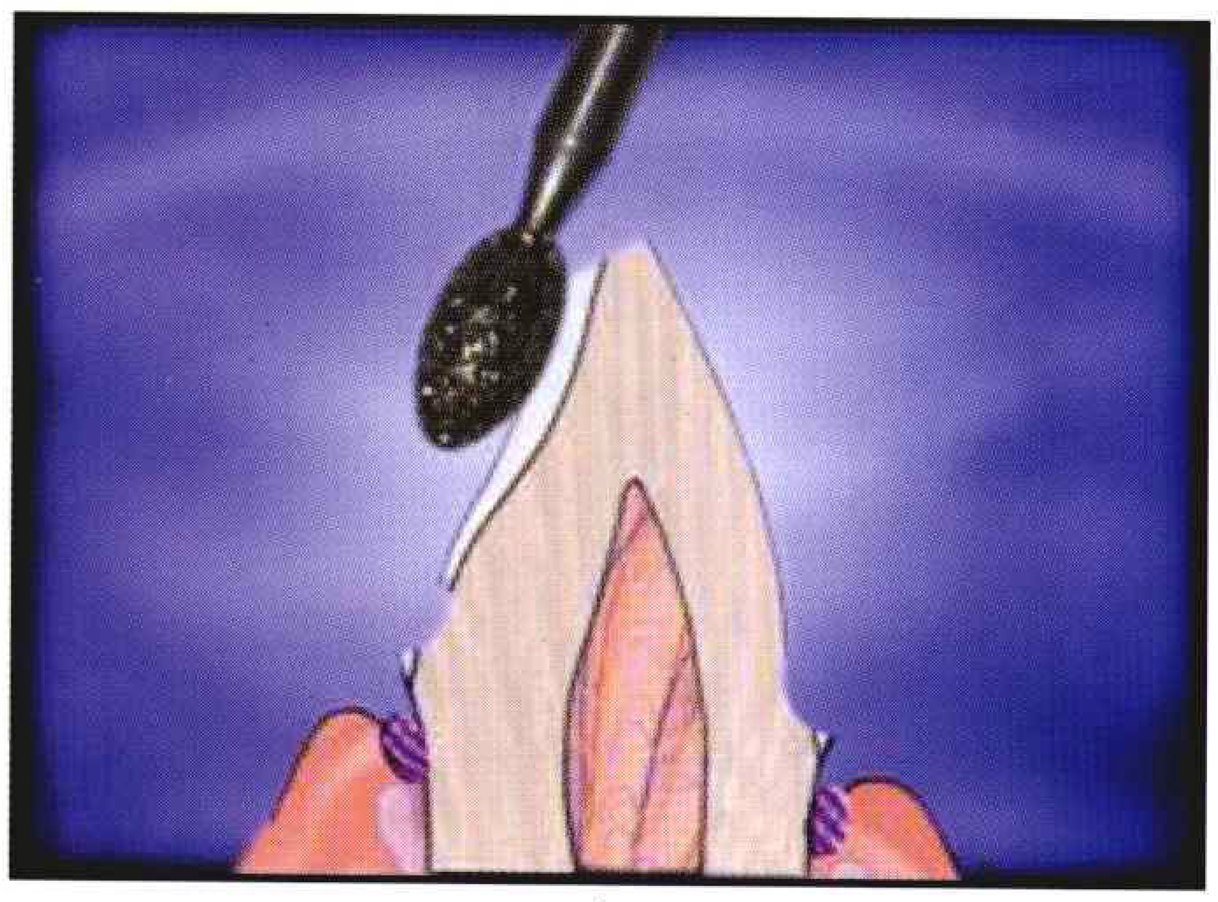
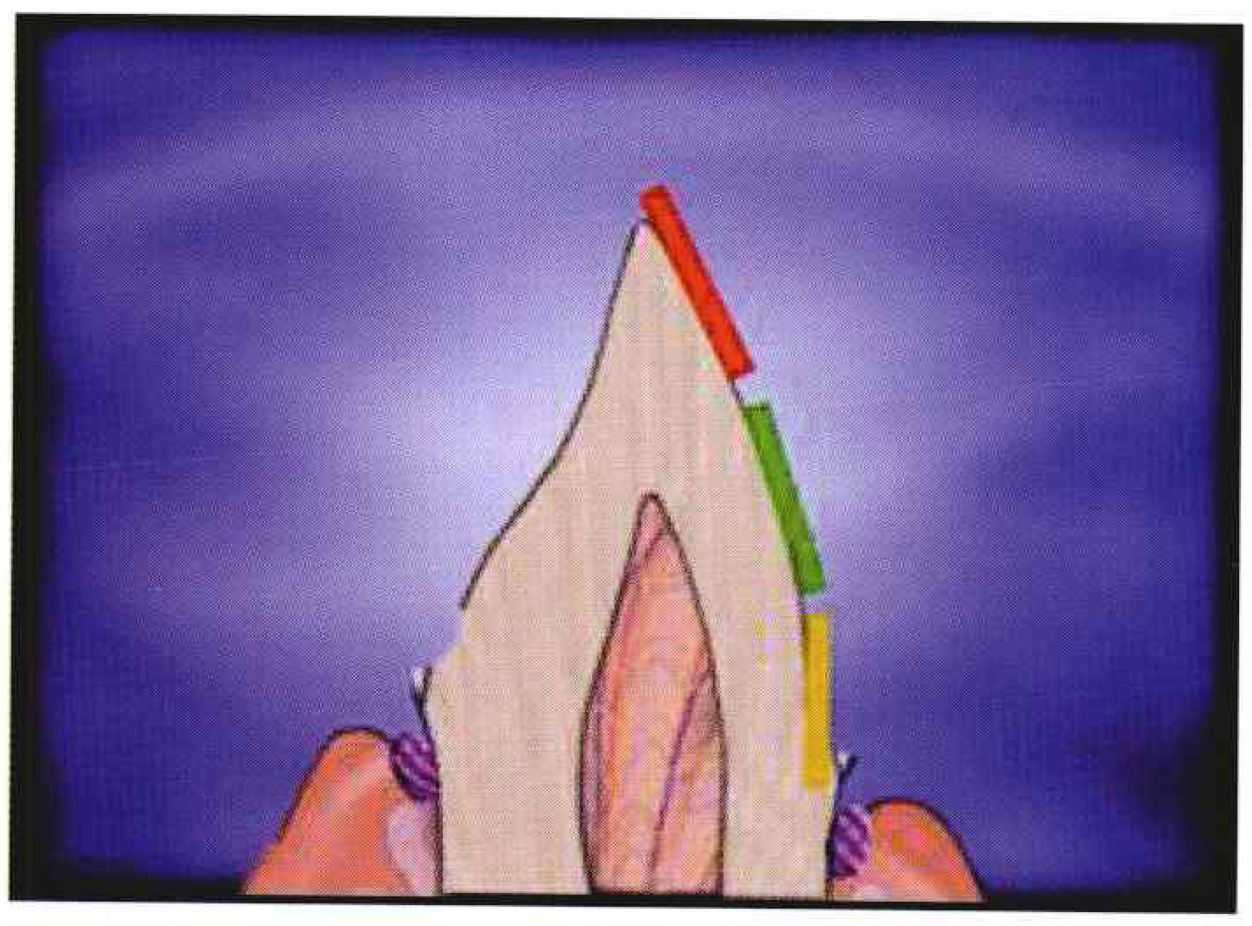

b

图 5－5　为了保护牙龈，可在牙体进行唇舌侧预备时用 0 号或 00 号线排龈。a. 用柱状车针磨除唇侧牙体组织；b. 用杵状车针或橄榄状车针磨除舌侧牙体组织


a

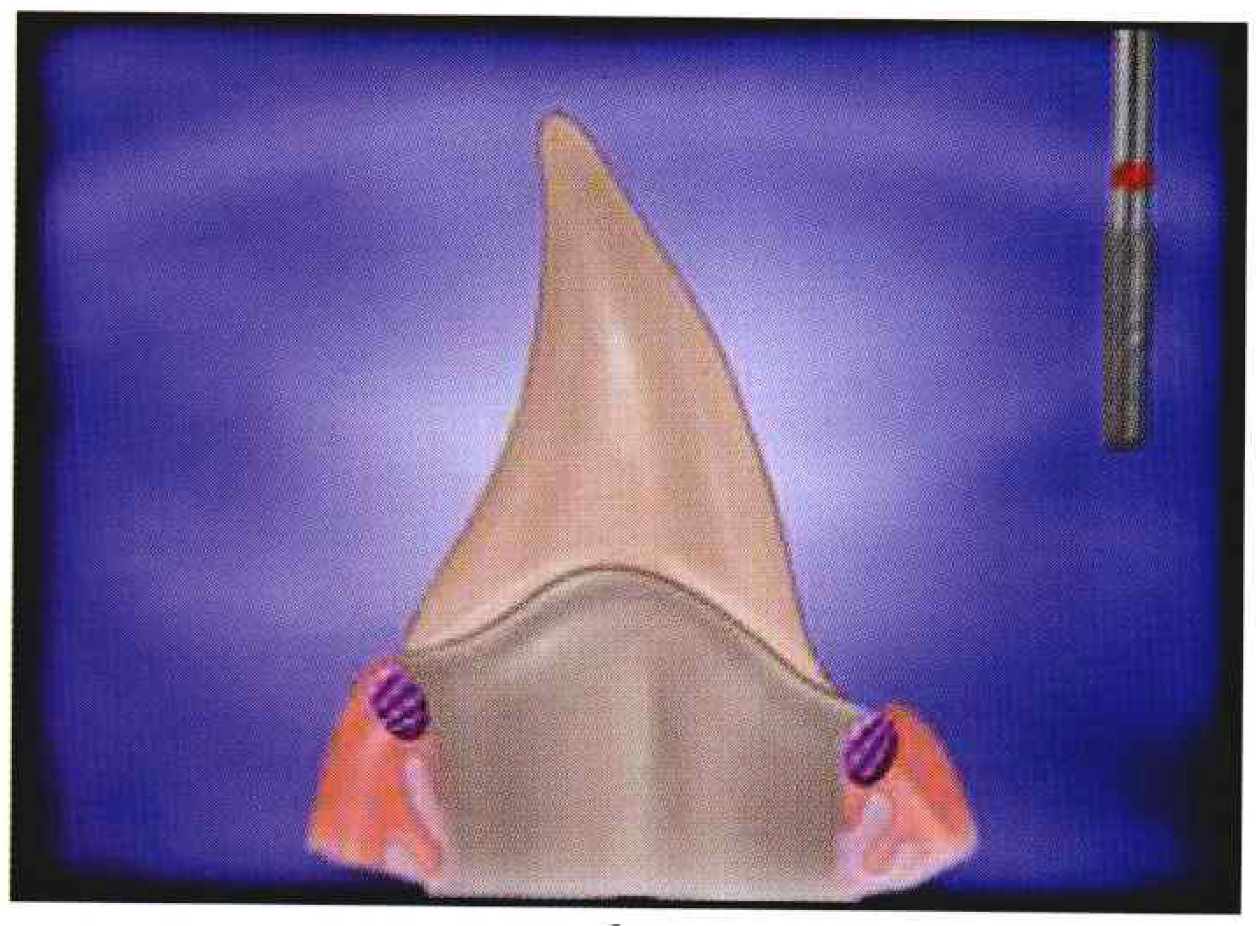

b

图 5－6(a、b)　用精细的金刚砂车针牙体各个轴面，唇侧形成切 1/3 中、1/3 颈、1/3 三个斜面或切中及颈中两个斜面，舌侧形成舌窝上和舌窝下两个面

5. 颈部肩台预备

全冠颈部边缘肩台预备的形态和位置关系到全冠的固位、美观和修复体对牙周、牙体组织的健康及修复体长期效果的影响。全冠的牙体预备常用的颈部边缘形态设计(gingival margin design)有：①刃状型肩台（knife edge）；②斜面型肩台(bevel)；③浅凹或深凹型肩台(light or deep chamfer)；④ 90°直角型肩台(90 degree shoulder)；⑤带斜面的直角型肩台(beveled shoulder)。每种预备体边缘形态的设计

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

都有各自的优缺点，不同的全冠修复材料所选用的牙颈部边缘形态设计是不一样的。如图 5－7(a～e)。对于金属铸造冠而言，五种不同的牙体颈部边缘设计均可以采用，一般以刃状型肩台为主，因为牙体预备量少，边缘密合性好；烤瓷冠修复在前牙一般采用斜面肩台和深凹型肩台为主，后牙也可采用带斜面的直角肩台。在不影响美观的情况下，可使用金属边缘使得修复体边缘与预备体边缘终止线更加密合，见图 5－8。对于全瓷冠修复而言，在 20 世纪 90 年代初，由于使用的陶瓷材料强度和韧性较低，牙体预备需要磨除大量的牙体组织，才能保证有足够的空间制作一定厚度的全瓷冠，以提供合适的强度抵抗咀嚼力的作用。因此，牙体颈部边缘设计一般采用 90°的直角肩台。近十年来，由于陶瓷材料强度、韧性和制作技术的不断提高，牙体组织磨除量也在减少。目前，全瓷冠修复时牙体预备主要采用浅凹或深凹型肩台，氧化锆陶瓷冠也可采用斜面肩台型设计。

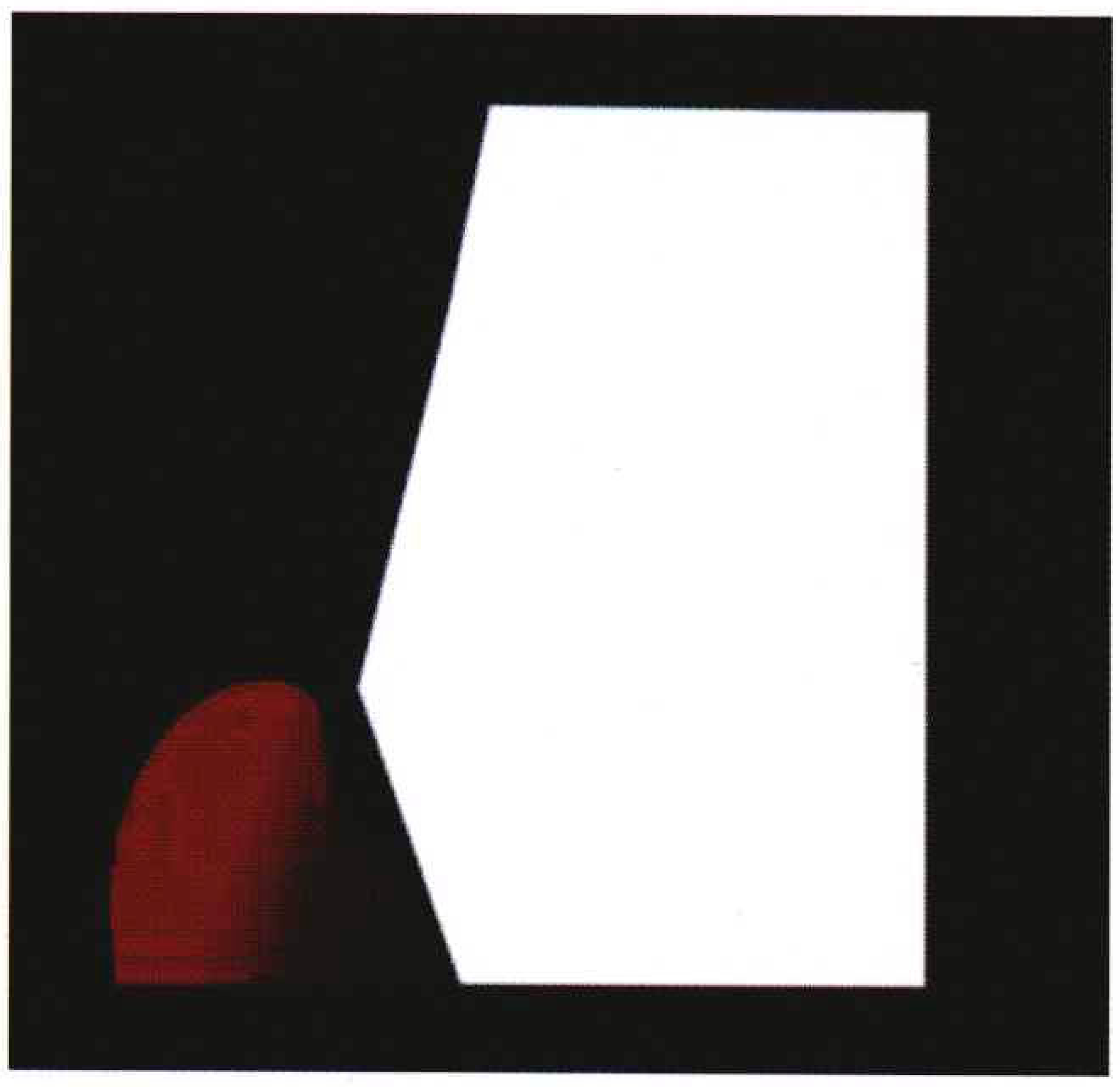


图 5－7a　刃状型肩台

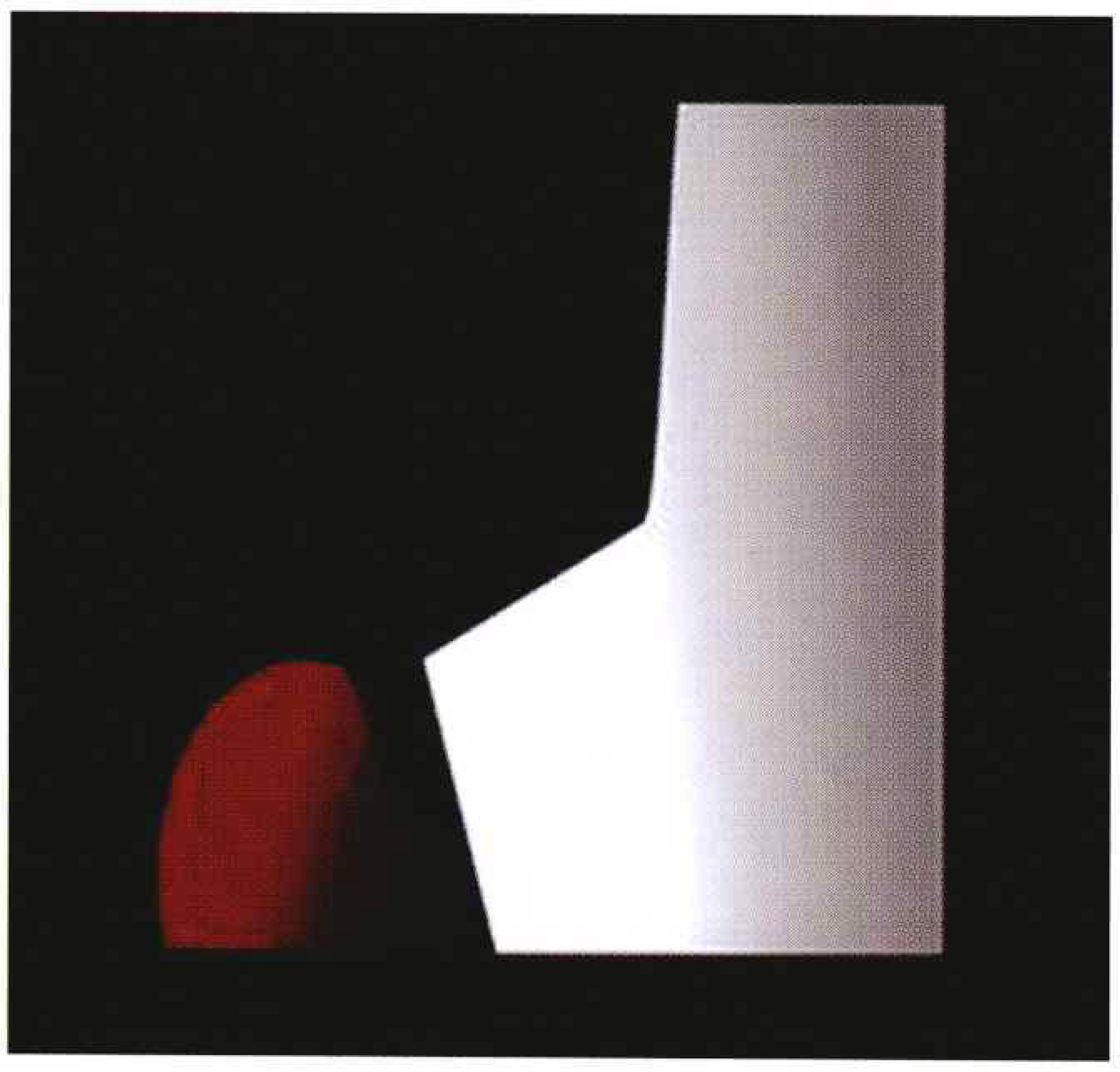


图 5－7b　斜面型肩台

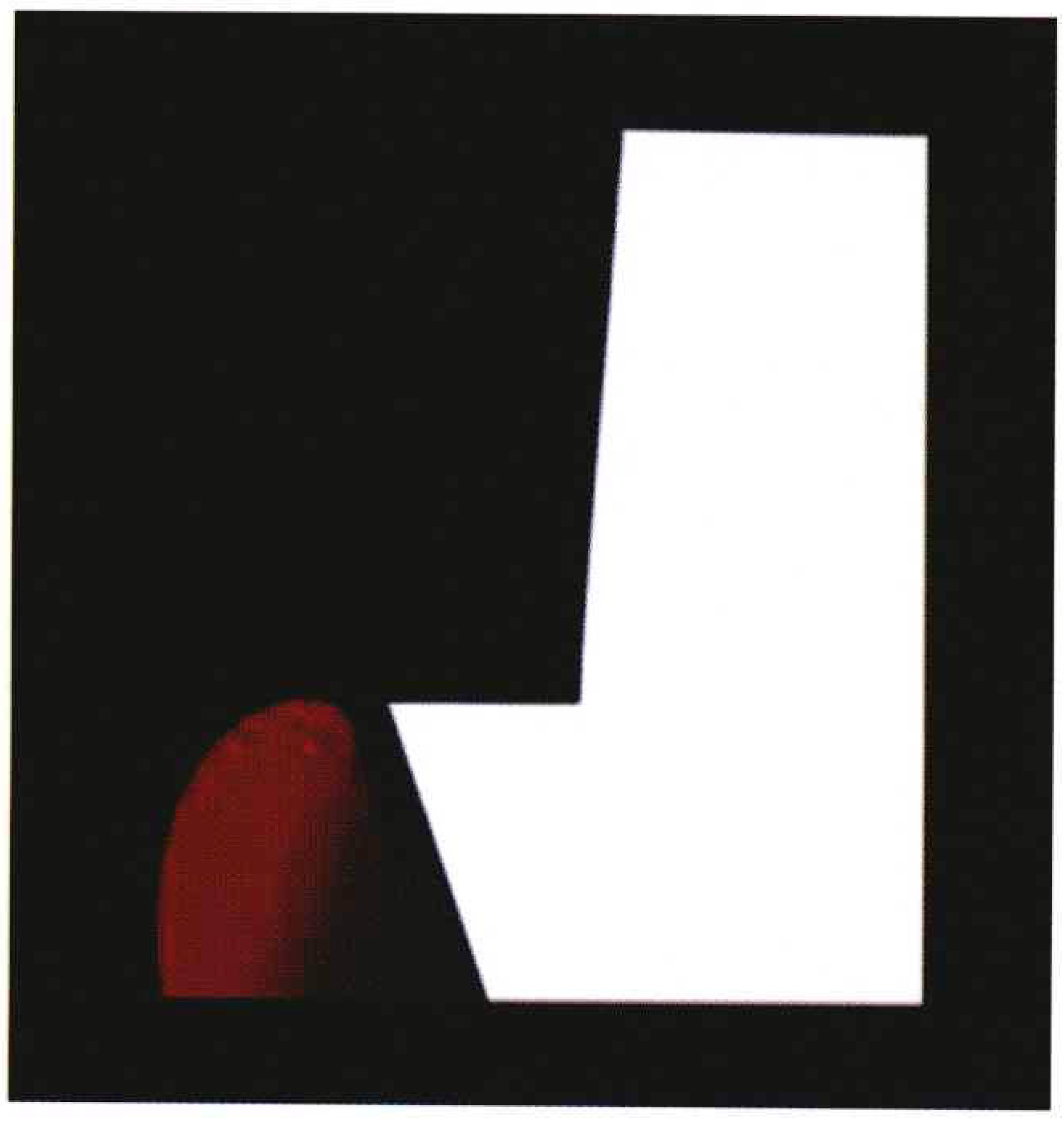


图 5－7c　90°直角型肩台

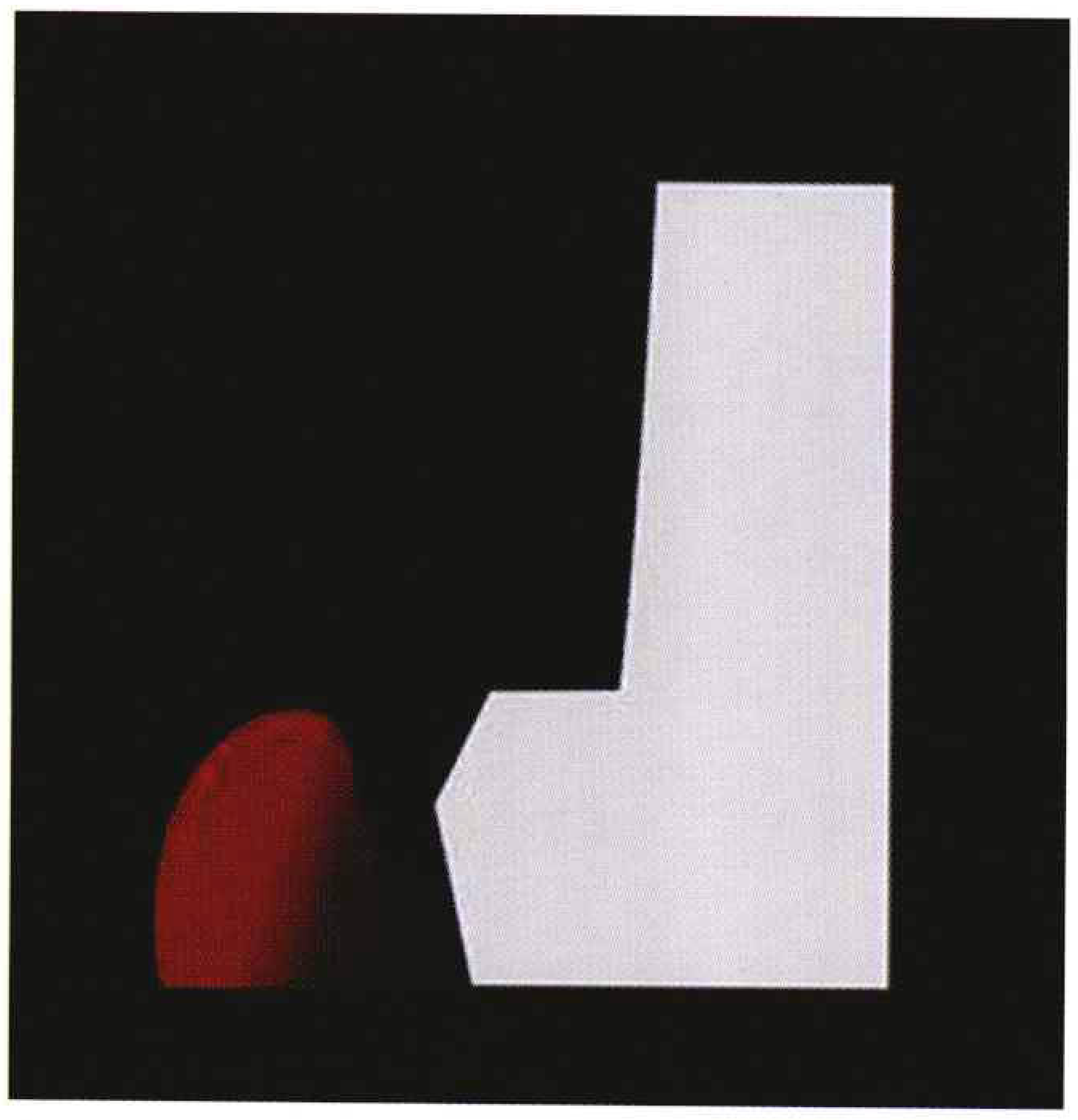


图 5－7d　带斜面的直角型肩台

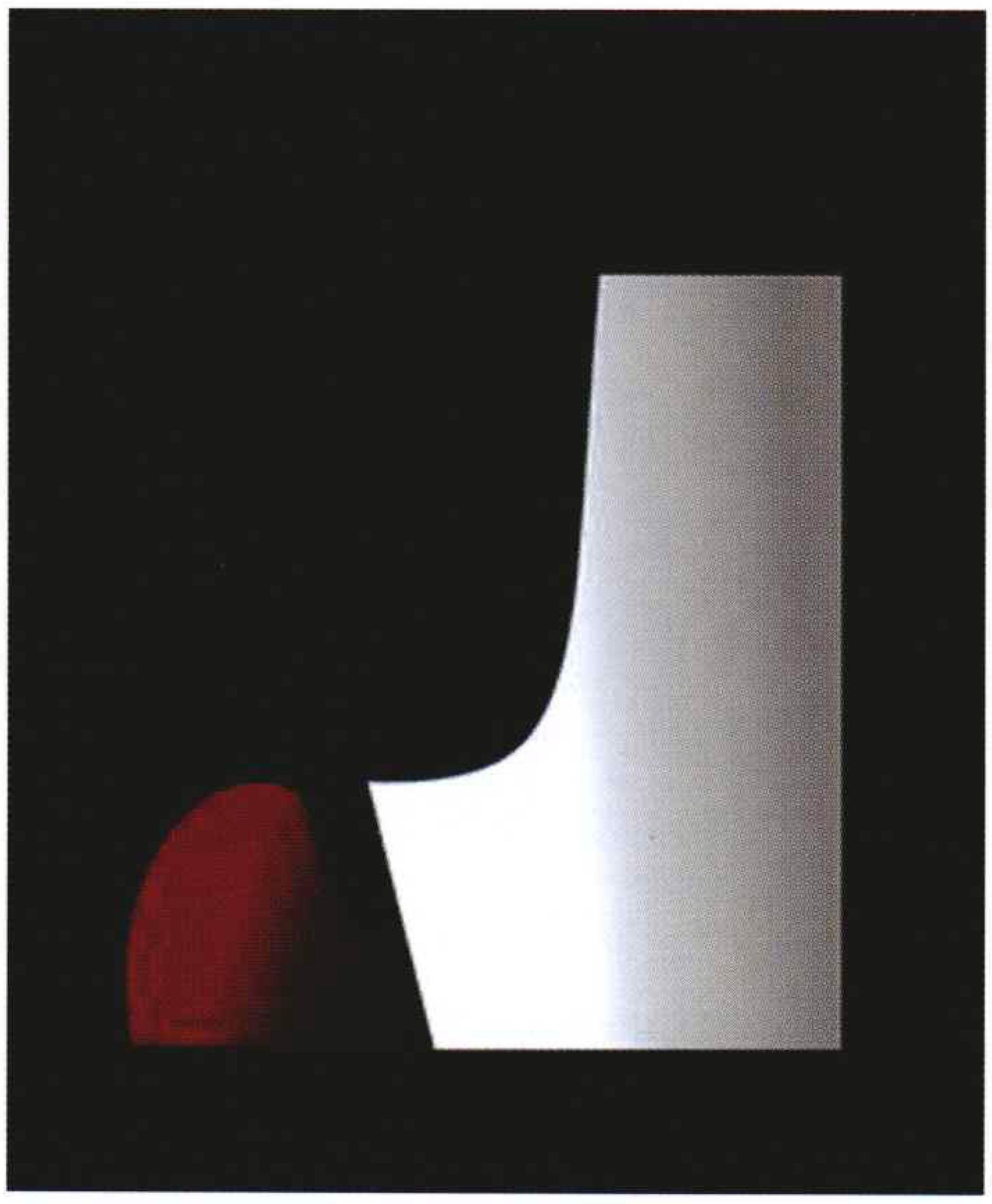


图 5-7e　浅凹(0.5 mm)或深凹(1.0 mm)型肩台



图 5-8　在放大镜下修整预备体边缘

预备体颈部肩台类型的选择设计，取决于所选用修复材料的力学性能和光学性能、牙齿的自身条件、操作者的临床水平等。浅凹型肩台(light or shallow chamfer)设计可以用在前牙色泽较好的单冠修复中，这种设计磨除的牙量少，且边缘适合性佳，特别适合 IPS e. max 全瓷修复体的制作。深凹型肩台(deep or heavy chamfer)的设计一般用于后牙全瓷修复体的制作，因为后牙在咀嚼运动过程中需承受更大的咬合力。另外，前牙变色严重而采用漂白效果欠佳者，也可采用深凹型肩台，增加全瓷基底冠的厚度，以达到一定的遮除牙体颜色的效果，改善美观。

6. 精修完成

在完成初步的牙体外形预备后，应对预备体的各轴面角、边缘嵴处的线角进行修整，并用与肩台外形设计相对应精细车针在低转速下磨光预备体表面，特别是颈部肩台处应预备成 360°的流线型边缘。在技术条件许可的情况下，操作者应使用 5～10 倍的手术放大镜，选用表面金刚石颗粒为 25 μm 的车针，对预备体肩台的边缘终止线部位进行精细修整，见图 5-9。对全瓷冠修复体来说，牙体预备的线角圆钝可以避免修复体受力时在瓷内部产生应力集中的现象，光滑而均匀一致的肩台有助于边缘封闭。图 5-9 是上颌前牙预备完成后的基牙外形。

四、取印模、制备工作模

采用双线排龈技术分离和退缩牙龈，清晰暴露预备体的边缘终止线。排龈牙线放置在龈沟内的时间为 5～10 min，但不宜超过 30 min，否则易导致牙龈退缩。两次硅橡胶印模法获取预备体的精细印模，印模取出后应检查印模是否清晰，有边缘无气泡，如有问题应重新取模。超硬石膏灌注模型，待石膏结固后修整模型。用面弓转移

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图 5-9　上颌前牙完成预备后的基牙外形和肩台情况

上下颌牙列的咬合关系。用硅橡胶记录上下颌牙齿的垂直距离，上下前牙的覆𬌗、覆盖关系。在上述工作完成后，应制作相应的暂时性修复体以保护预备后的牙体组织，维护牙周组织健康，同时，恢复患者失去的原有牙齿外形，改善美观和发音功能，满足患者的生理和心理需求。暂时性修复体的制作方法详见第二章的相关内容。

五、咬合关系的转移及前牙切平面的记录

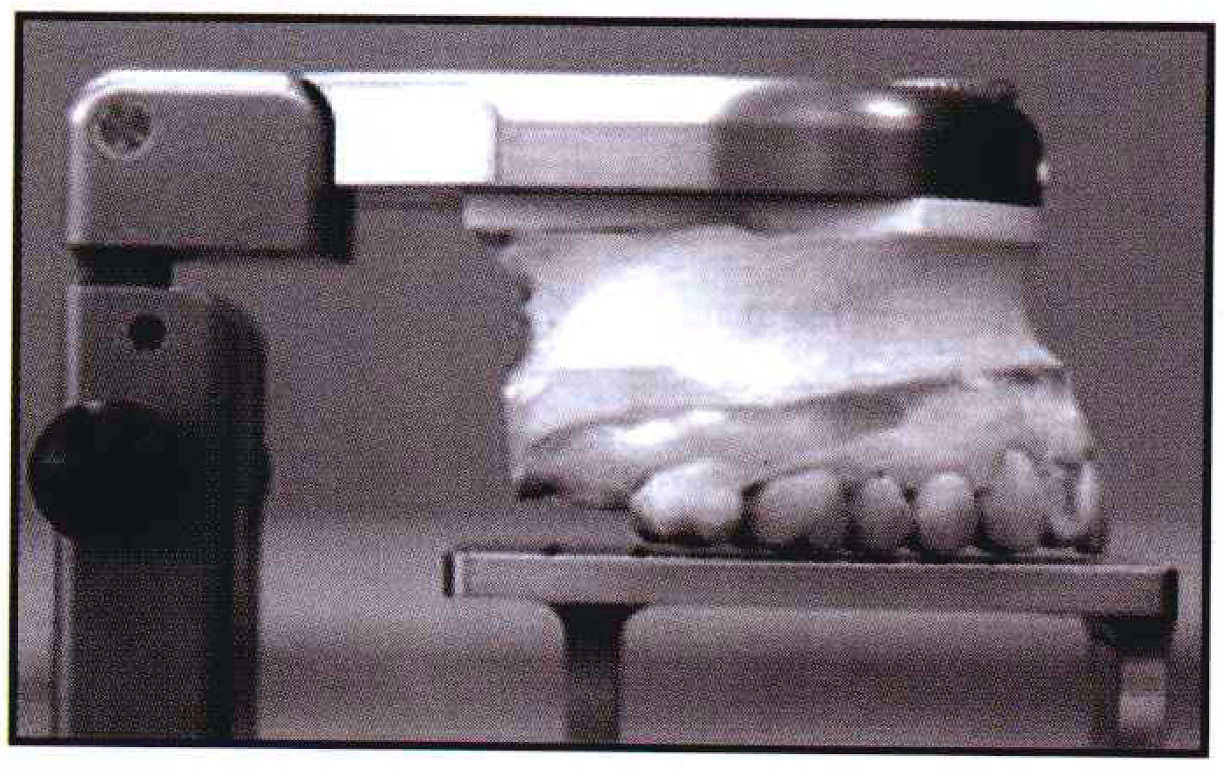
根据所用面弓的不同，记录的上颌平面也会有所不同，如图 5-10，主要分为 arbitrary 面弓和 kinematic 面弓。arbitrary 面弓是采用铰链轴平均解剖值的邻近位置，使用 whip mix 咬合架。kinematic 面弓是利用真正的铰链轴，能够模仿所有的下颌边界运动位置。arbitrary 面弓参考了 frankfort 平面转移上颌牙弓平面，frankfort 平面是指两侧外耳道上缘中点和眶下缘最低点的连线构成的平面，该平面曾被认为是与水平面平行的平面，事实上仅当患者头轻微向上抬一点起来，frankfort 才与水平面平行。如果患者的头部是直立的，眼睛平视正前方，frankfort 平面就会向上前方抬起并和假定的水平面(arbitrary horizontal plane)形成一个 8°的交角(也有书上是 6°～10 °的交角)。这一假定的平面通常也被称为美学平面(aesthetic plane)。美学平面有助于帮助技师在可调节咬合架上调节上颌模型到一个正确垂直倾斜度位置。图 5-10 是用两种不同的面弓转移上颌咬合平面的示意图。

众所周知，牙列的咬合是受到𬌗平面斜度改变的影响。作为一般的临床指导，𬌗平面每旋转一度将导致牙列咬合关系半毫米的改变。这一关系在临床上是很重要的，因为𬌗平面斜度的改变有时是无意的，有时是在咬合治疗过程中有目的的改变。将上颌研究模型放置在一个合适的位置对于前牙美学形貌设计是很重要的。临床经验和一些研究表明：如果将上颌模型按照水平的𬌗平面放置，将会影响微笑的特征，前牙显示一个宽的露牙笑。临床医师和技师认为目前的趋势是采用水平面参照表来测量𬌗平面斜度，而不是用传统的耳塞型面弓转移上颌模型制作诊断蜡型和进行微笑设计。采用𬌗叉平面板(fox occlusal plane plate)这种简单而有效地将面部

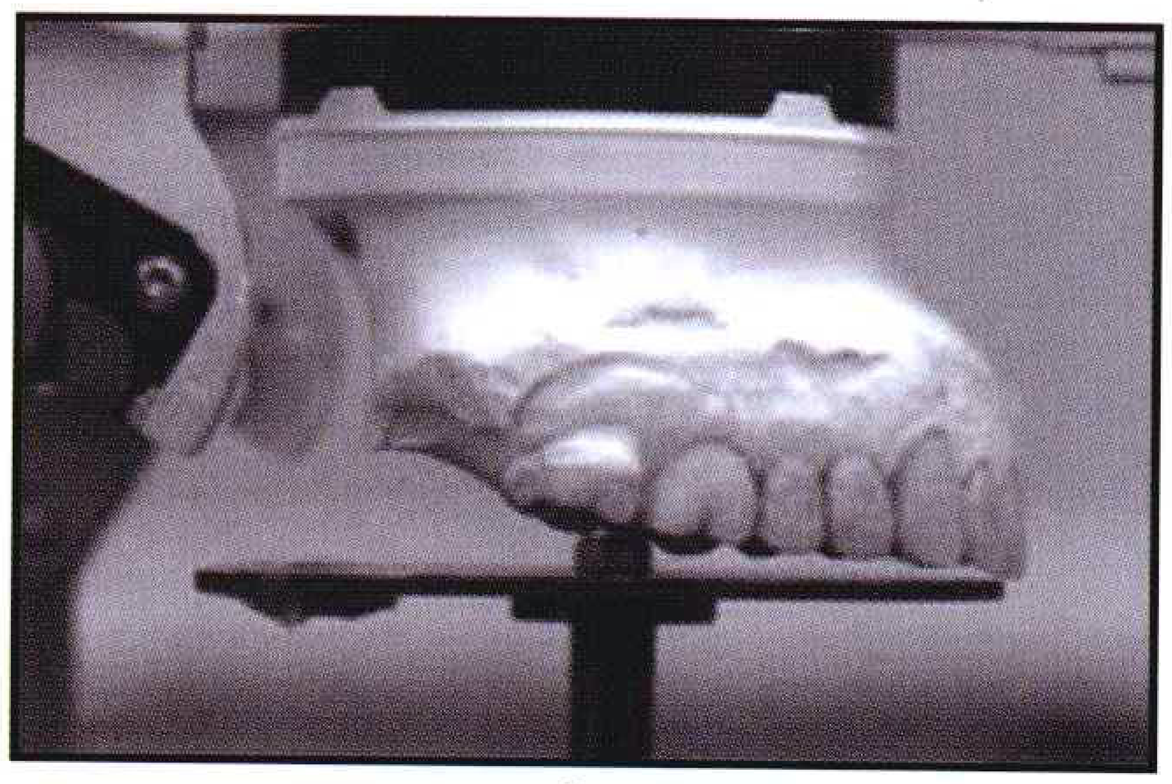
特征转移到咬合架上的方法。图 5 - 11 是采用两种平面固定上颌模型的得到的不同结果。一种是 HIP 平面，HIP 面为两侧翼上颌切迹(hamular notch)有与切牙乳头(incisive papilla)的连线；另一种是 Fox 平面，采用殆叉平面板记录的上颌平面。患者端坐，眼睛平视前方，将硅橡胶咬合记录材料均匀注射在殆叉两侧上，放入口内使殆叉平面板前缘与瞳孔连线平行，切勿用手按压殆叉的后缘与上颌牙齿接触，应保持殆叉与水平面平行，待咬合记录材料结固后取出殆叉即可。



图 5 - 10　两种不同面弓的咬合关系转移（摘自 Mauro F、Barducci G 的书）



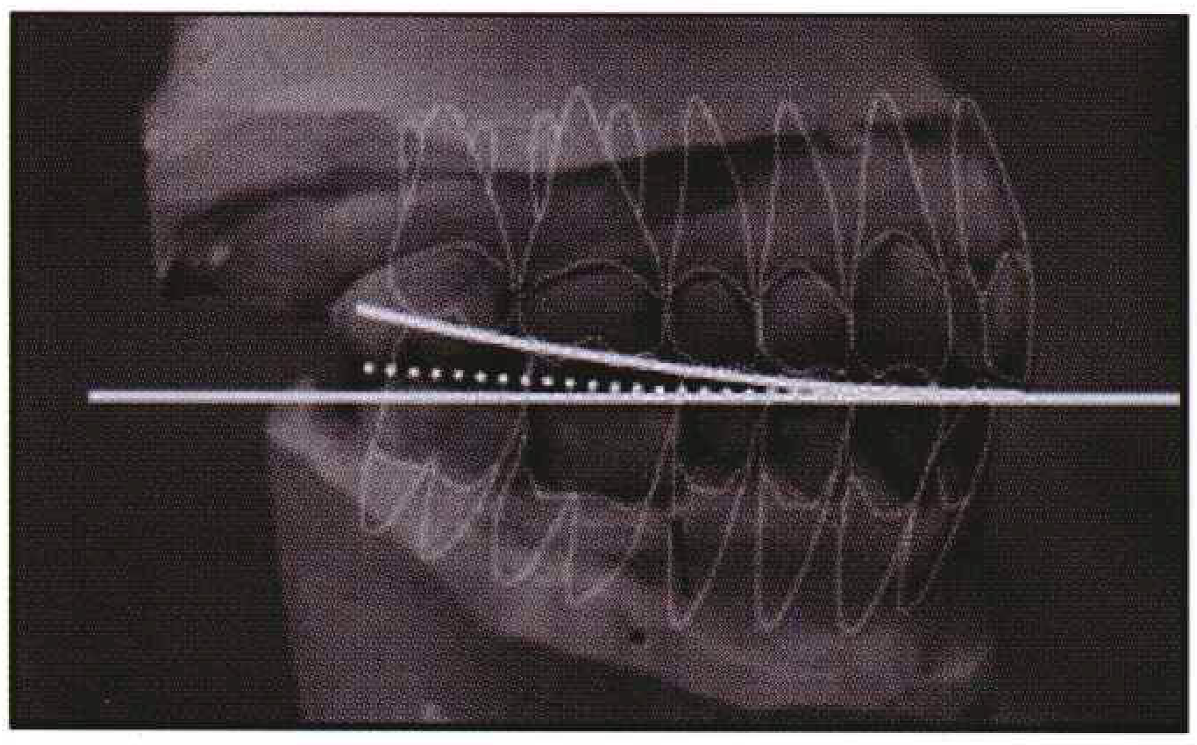
a



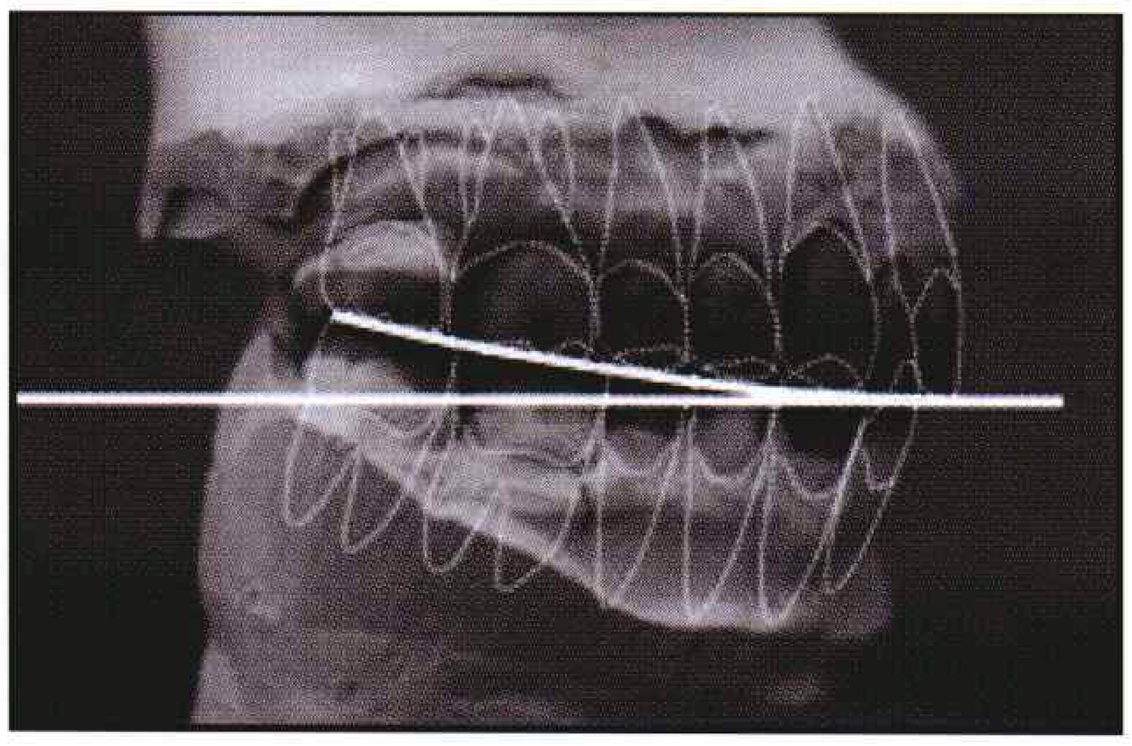
b

图 5 - 11(a、b)　同一个模型在不同咬合平面上咬合架后的情况。a. 采用 HIP 平面方法得到的后牙垂直距离较小，形成的 Spee's 曲线较为平坦；b. 采用 Fox 平面得到的后牙垂直距离增加，建立了一个较为合适空间，形成了自然的 Spee's 曲线和殆平面

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

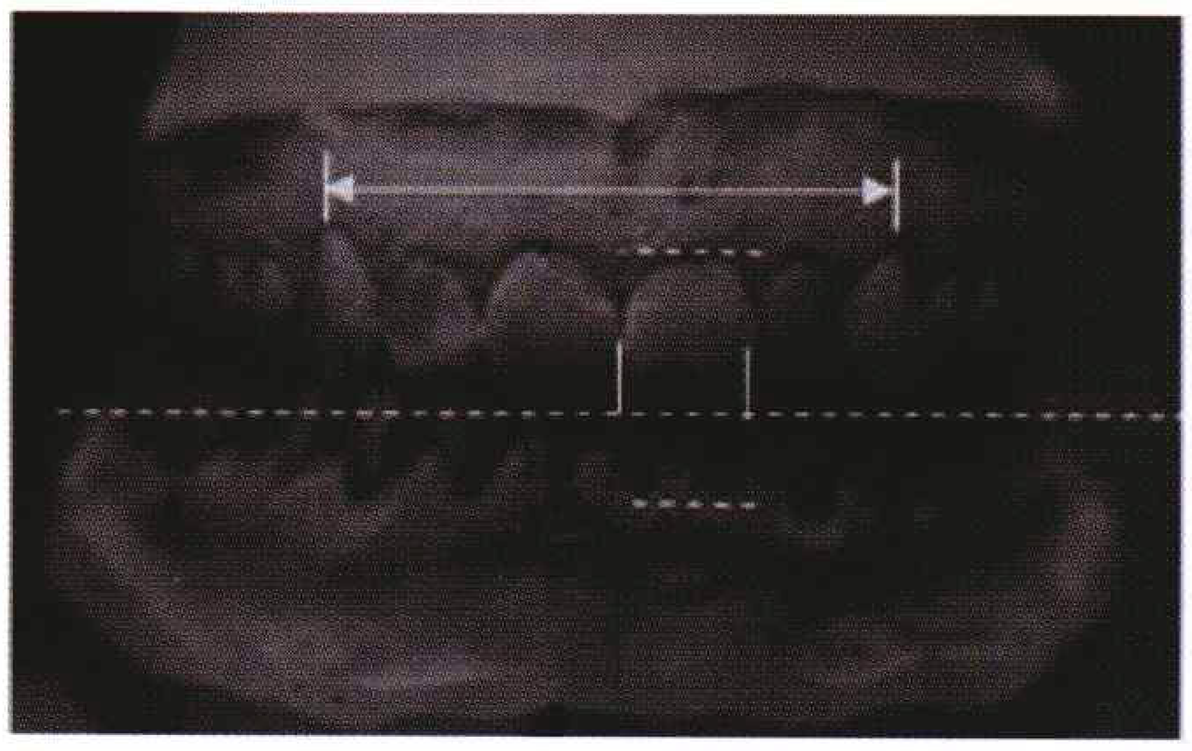


c

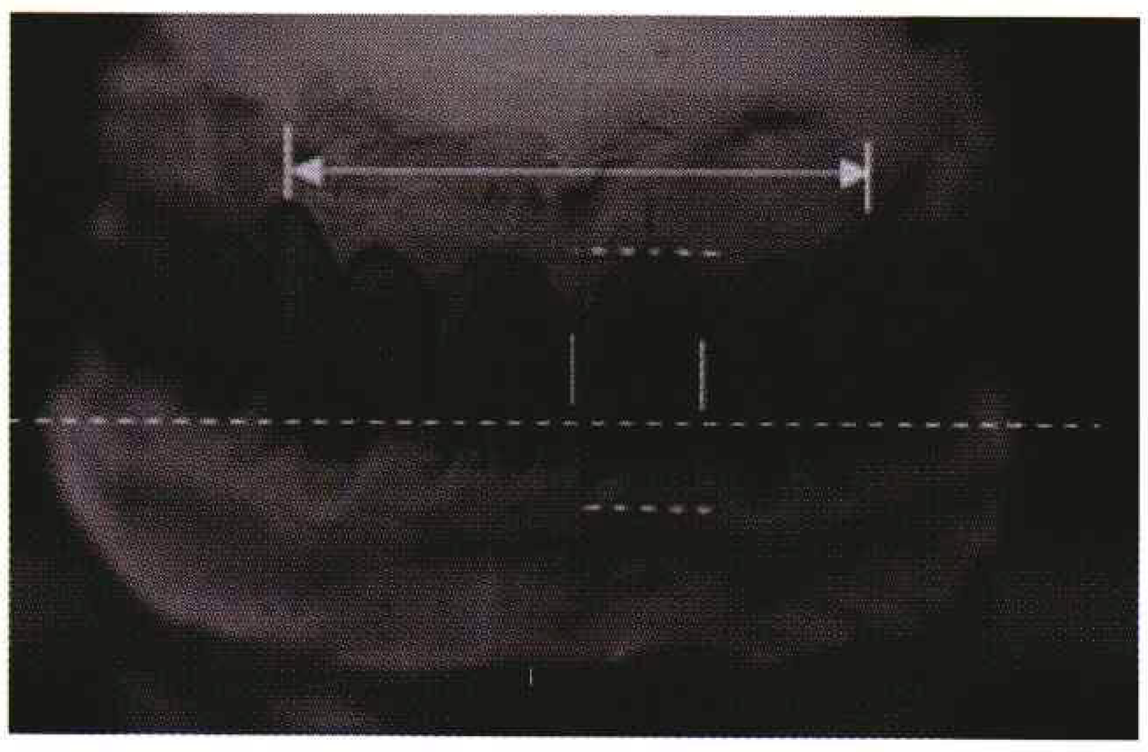


d

图 5 - 11(c、d)　根据 HIP 平面上架后雕刻的诊断蜡型，形成一个几乎水平的𬌗合平面，上颌后牙的临床冠缩短，下颌后牙的临床冠伸长。根据 Fox 平面上架后制作的诊断蜡型，形成了一个自然的 Spee's 曲线，上下颌后牙的临床冠长度均等。如果采用两种不同的上咬合架的方法，得到一个统一的 Spee's 曲线的话，上下颌牙齿制作的外形轮廓如图中的虚线所示



e



f

图 5 - 11(e、f)　上颌模型固定在两个不同的平面上时，导致的全口蜡型的差异不仅在后牙还发生在前牙，HIP 平面导致上颌中切牙不接触咬合平面，牙齿显得短；Fox 平面不仅使得上下后牙有良好的 Spee's 曲线，前牙也呈现出良好的黄金分割比例

在临床上，如果上颌模型被放置在一个前牙轻微斜向上的平面上，将导致露牙笑，下颌后牙的临床冠升高，上下后牙比例关系不协调。如果将上颌模型前牙稍微向下倾斜，将会得到一个生理性的平面方位，形成优化的颈部、头部和颞下颌的姿势，能够创造出一个令人愉悦的自然微笑。

第三节　全瓷修复体的制作

随着材料科学日新月异的发展，牙科全瓷修复的制作方法和制作工艺日益增多。目前临床较为广泛的全瓷修复体制作技术有：热压铸造技术和粉浆涂塑技术、离心铸造技术、玻璃渗透技术、CAD/CAM 制作技术等。采用的材料主要有玻璃陶瓷、氧化铝陶瓷、二氧化锆陶瓷等。有关全瓷冠桥的具体制作方法和材料的选择可参考本书第八章和第九章中的相关内容。本节主要介绍临床全瓷修复中需要注意的几个问题。

一、代型的修整和蜡型的制作

1. 石膏代型的修整（trimming the stone die）

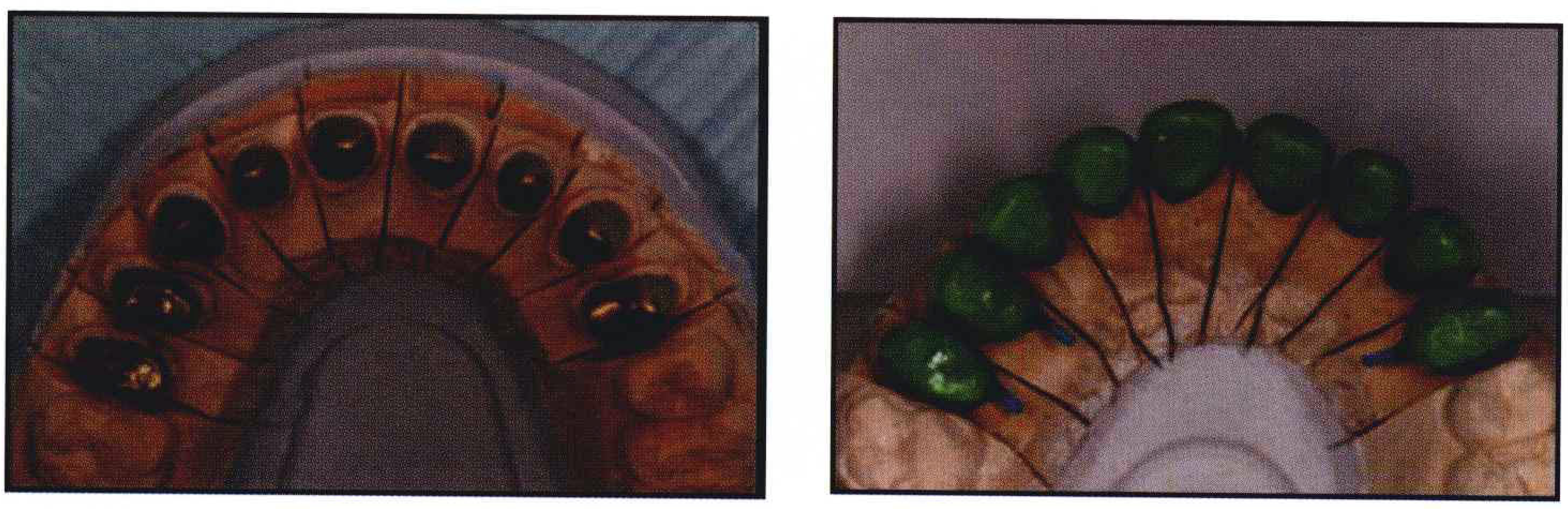
取得清晰的印模并灌制出合适的超硬石膏模型后，即可开始义齿的制作。首先分割每个牙齿的石膏代型，在5～10倍的放大镜下修整石膏代型的边缘，切勿损伤石膏代型上预备体的边缘终止线。代型修整完后，在基牙颈部边缘终止线上1 mm涂布代型间隙剂（die spacer），厚为7～10 μm，在代型颈部涂布代型硬化剂（die hardener）以防止蜡型制作时损坏石膏代型颈部边缘，最后在制作蜡型前还需在代型表面涂布蜡型分离剂（insulating liquid），见图5－12。



图5－12　Yeti Dental 石膏代型间隙剂，代型硬化剂及蜡型分离剂

2. 蜡型的制作（wax－up）

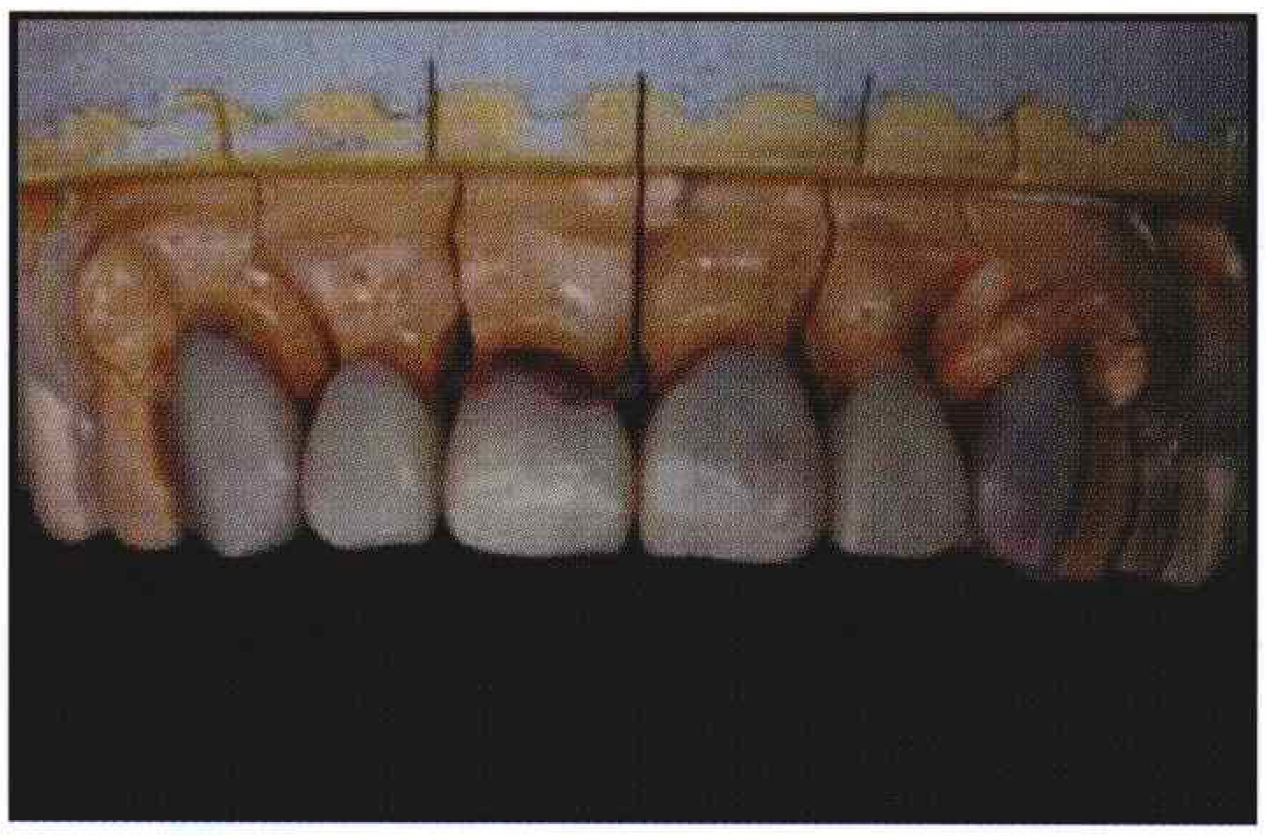
对于IPS e. max热压铸造玻璃陶瓷来说，需要制作修复体的蜡型，一般采用滴蜡技术制作基底冠的蜡型。对于单冠来说，蜡型厚度不小于0.5 mm，固位体蜡型厚度不小于0.8 mm，最好采用回切法（cut－back）制作基底冠的蜡型，以控制饰瓷的厚度。制作多个前牙蜡型时，应在咬合架上检查前牙的覆殆、覆盖关系，以及牙齿长轴的方向。见图5－13、图5－14。



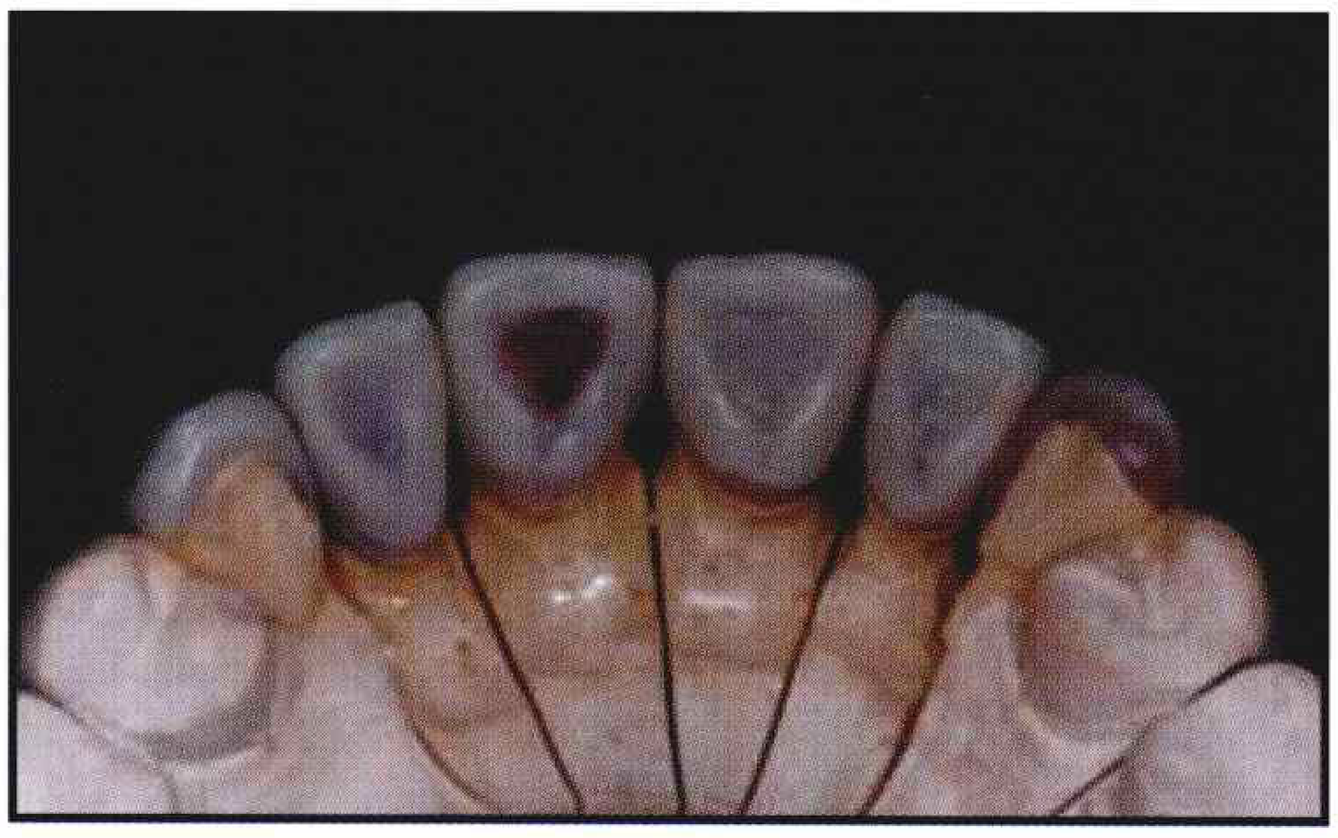
a　　　　b

图5－13　a. 修整完成的石膏代型；b. 制作的基底冠蜡型

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



a



b

图 5-14　制作完成的蜡型唇侧观(a)、舌侧观(b),在此基础上用回切法,减薄唇舌蜡型厚度,留出堆塑饰瓷的空间

当然,对于采用牙科数字化模型(digital model)进行 CAD/CAM 设计和加工制作全瓷修复体来说,蜡型的制作可能是没有必要。但是在牙体预备前必须取硅橡胶印模记录,然后再扫描印模记录,用此记录控制 CAD 设计时的基底冠的唇舌侧厚度以及切端长度。或者在术前的研究模型上制作修复体蜡型,恢复牙体缺损的外形,在蜡型上取模后再进行扫描。将扫描后的图像在计算机屏幕上利用 CAD 系统进行修复体的设计,在三维可视化空间内调整基底冠的厚度、桥体大小和连接体的面积等。最后将设计完成的修复体支架模型传入数控加工(CAM)中心,进行全瓷修复体的制作。采用 CAM 直接加工成全瓷冠修复体的玻璃陶瓷材料有 vita mark Ⅱ, dicor MGC, IPS e. max CAD,其中,IPS e. max CAD 玻璃陶瓷材料的强度最高可以加工成前牙三单位的全瓷桥。

二、全瓷冠的制作

1. *唇面外形的制作*(fabrication of labial surface)

对于 IPS e. max 玻璃陶瓷来说,只要将制作好的蜡型经包埋、失蜡热压铸造后即可制作出全瓷基底冠,再经艺术化的饰瓷后就能完成全瓷修复体的制作,具体过程请参考第九章的相关内容。在艺术化的全瓷制作过程中首先要考虑到瓷修复体的颜色、外形和邻牙及患者面型的协调性,否则就会产生如图 5-15 的结果。对于这样的修复体在拆除时,首先取研究模,在模型上进行修整和蜡型的制作,并和患者讨论将来修复体的设计方案,征得患者的同意后再拆除原有的修复体。当原有修复体拆除后,即刻采用丙烯酸树脂制作暂时性修复体,修整外形待患者满意后,取患者戴用暂时修复体模型,灌制石膏模型供技师参考制作最终的修复体外形,如图 5-16。

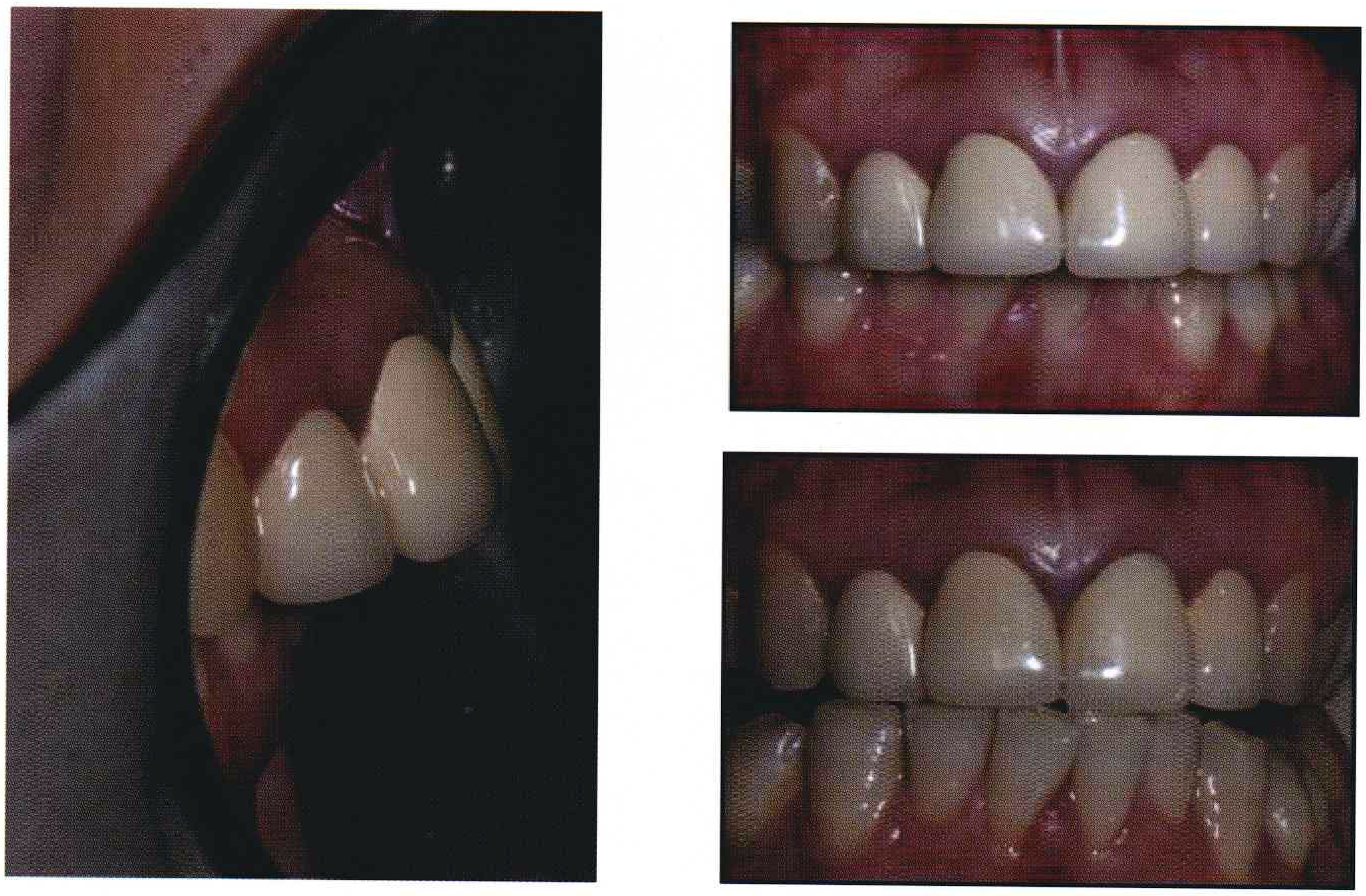


图 5-15　色泽、外形欠佳的烤瓷修复，修复体缺乏透光，显得“呆板”，切端过厚、过凸

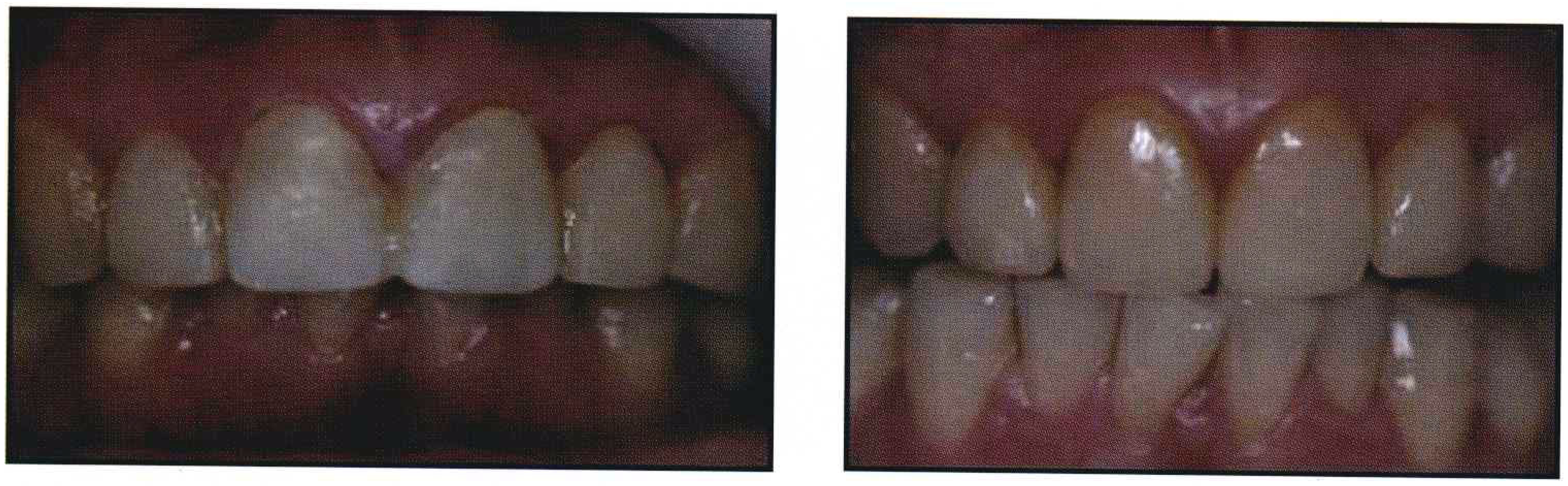


图 5-16　以患者满意的暂时性修复体作参考，完成与患者面型协调的全瓷修复

2. 舌面外形的制作(fabrication of lingual surface)

在前牙的制作过程中，有一个容易忽视但又很重要的问题，即修复体舌侧外形的制作。不良的舌侧外形即可导致图 5-17 的结果，修复体在戴用一段时间后使牙齿自然伸长“下垂”。这是由于技师在制作时没有恢复天然牙齿的舌侧外形，同时，医师也没有注意舌侧咬合的调整。如果舌侧外形制作成一块“平板”(flat plane)，而没有天然牙舌侧隆凸外形(如图 5-18a)，那么上下前牙在咬合过程中，下颌切牙就会沿着上颌牙齿舌侧“平板”向上滑动，对上颌产生一个



图 5-17　左上颌中切牙在修复时，由于舌侧外形恢复欠佳，烤瓷冠在戴用 3 年后自然“下垂”，而烤冠与基牙固位良好，基牙无松动现象

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

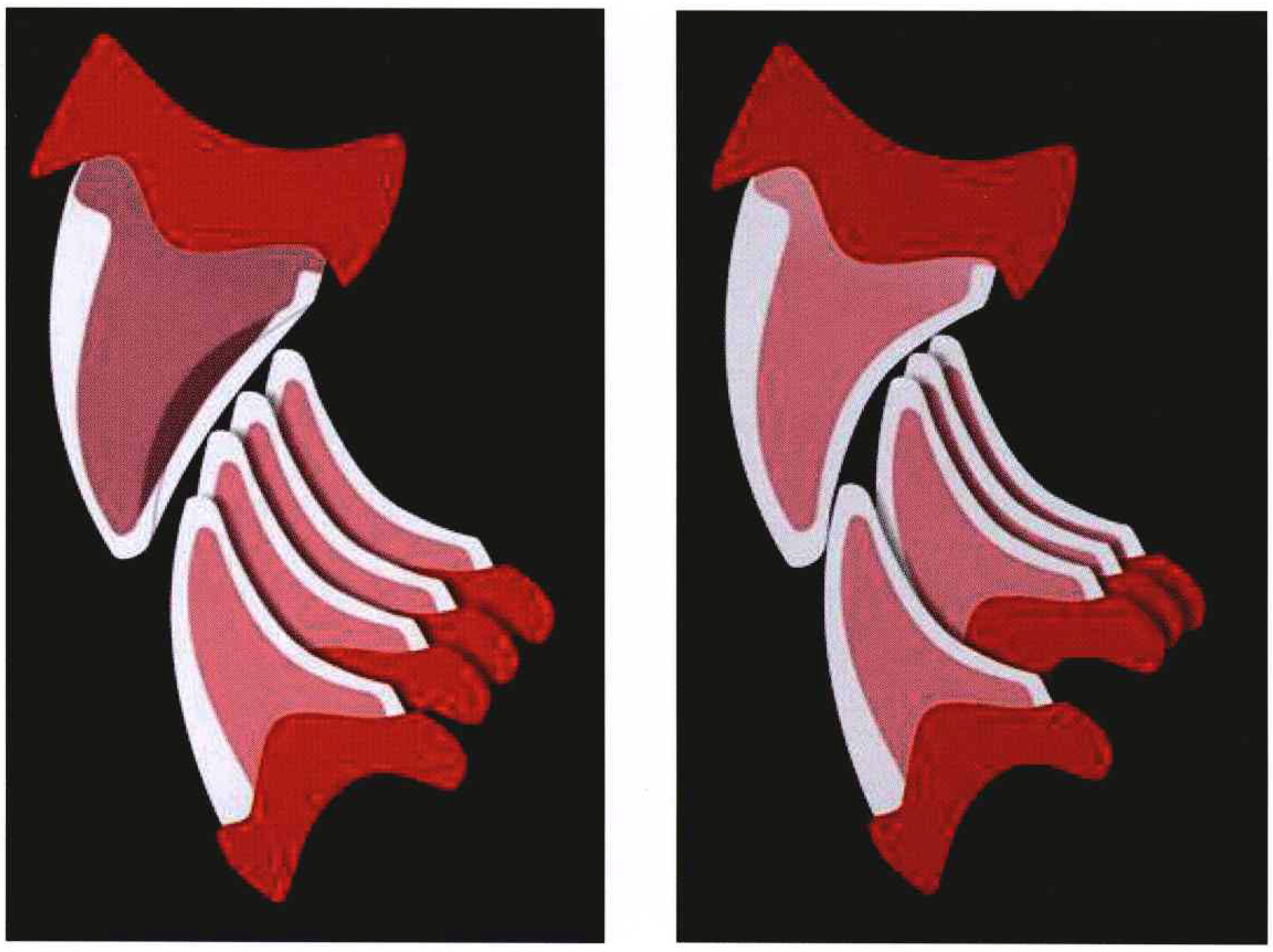


图 5-18　两种不同的舌侧形态，导致上下前牙咬合过程中产生不同的运动轨迹

"楔"的作用，导致修复后牙齿的伸长。正常牙齿的舌侧外形是切中 2/3 有一个自然的弧形凹面，在颈部 1/3 处出现一个凸起，即舌侧隆凸。这一天然牙固有的舌侧形态结构，使得上下颌牙齿在咬合过程中，下颌牙齿不会对上颌牙齿产生"楔"的作用。当上下颌前牙在功能位置完成食物的切断作用后，下颌牙齿就会直接咬合到舌隆凸上方的正常咬合接触位，并产生阻止上颌牙向下伸长的作用，如图 5-18b。

3. 艺术化再现天然牙齿

在全瓷冠制作过程中，首先选择好核瓷即基底冠瓷的颜色和半透性效果，然后根据邻牙或对颌牙的颜色绘制牙齿颜色分布图，或者用单反数码相机拍摄口腔内牙齿的照片，把牙齿颜色信息传递给牙科技师。牙科技师应严格按照临床医生的比色情况，采用分层、分区的方法进行堆瓷，分次烧结饰瓷，切不可一次完成所有的堆瓷工作。在牙冠基本外形完成以后，如图5-19。对于有特殊要求的患者，可采用回切法将切端瓷磨除一点，添加一些效果瓷，可以使牙齿的切端做得透光一点，也可采用艺术化手段进行瓷的内部染色(interior staining)和外部染色(exterior staining)的工艺制作。同时，结合天然牙具有的乳光性(opalescence)、荧光性(fluorescence)以及牙齿唇侧边缘嵴处的蓝光效应(blue effect)选用特殊的瓷粉进行饰瓷，最终可以达到以假乱真的艺术效果。如图 5-20。



图 5－19　初步完成后的全瓷冠

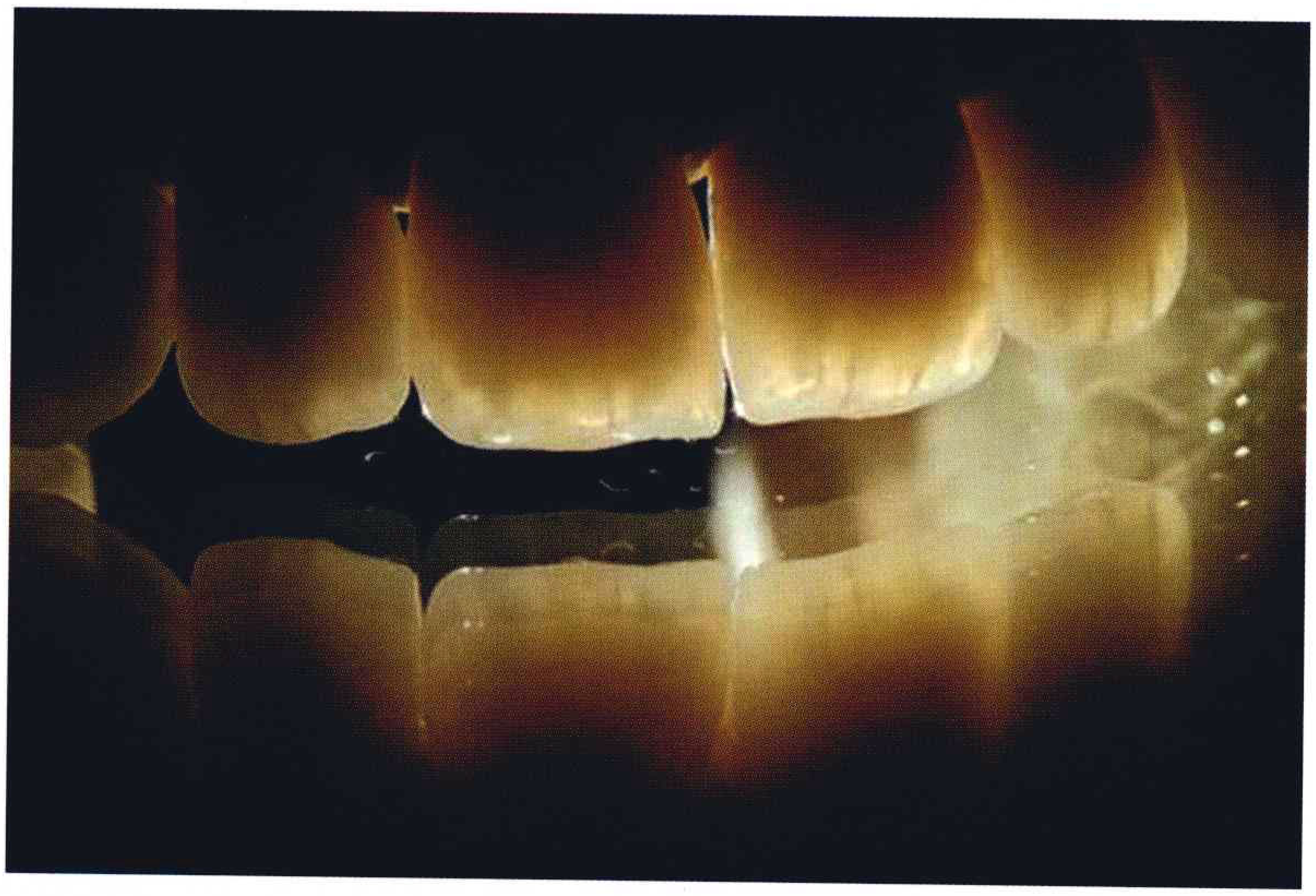


图 5－20　艺术化制作的全瓷冠具有与天然牙相似的结构特征

第四节　全瓷冠桥的试戴与黏固

1. 试戴

全瓷冠桥制作完成后，首先用在模型试戴就位，详细检查咬合及邻接关系。适当调整咬合高点，特别注意邻面外展隙的修改和邻接点的调整。在口内试戴前将修复体清洗、消毒，然后按照一定的先后就位次序、一定的就位方向戴入，小心检查全瓷修复体之间的邻接关系，使修复体达到完全就位。可以采用适合性指示糊剂（如图 5－21）检查组织面、邻接面和咬合的早接触点，做适当的调磨。切勿在全瓷修复体还没有完全就位时就让患者做咬合动作，否则易发生全瓷修复体因局部的应力集中而产生折裂的现象。当全瓷修复体完全就位后，进一步检查咬合，适当调磨全瓷冠和对颌

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

牙尖，使患者在正中咬合，侧方及前伸咬合时均无早接触即可。最后将全修复体磨光、抛光或上釉处理等处理，使全瓷修复表面光洁如镜面，没有微小的打磨痕迹。



a



b

图 5-21 a. 适合性指示糊剂；b. 咬合高点及临接触点的检查

2. 黏固

黏固是将修复体通过合适的黏固剂黏结到固位体上，使之在口腔内稳定、持久地发挥功能。根据全瓷修复体制作材料的不同，瓷修复体的组织面处理方法也不一样，详细内容见第十章全瓷修复体的黏结。对于氧化铝、氧化锆等多晶陶瓷，由于陶瓷内含有玻璃相极少，不能采用常规的酸蚀处理技术使组织表面粗化，以提高黏结力，一般是采用氧化铝、氧化硅颗粒对表面进行喷砂处理以提高修复体与固位体之间的固位力。对于长石瓷、铸造玻璃陶瓷、切削玻璃陶瓷材料，因其内部含有大量的玻璃相，故可以采用 4%～10%的氢氟酸对陶瓷组织面进行处理使之表面粗化，以增加表面黏结面积，提高瓷与树脂间的黏结强度。尽管如此，无论哪种陶瓷材料，在表面粗化处理后均可以采用相应的硅烷偶联剂再进行表面处理，以提高陶瓷表面润湿性能，增强树脂与陶瓷间黏结力。同时，操作者应根据每种黏结树脂生产厂家的详细操作使用说明，以保证规范化的临床使用。

第五节　全瓷冠桥修复中的注意事项

（1）相对全瓷贴面和金属铸造冠来说，全瓷冠的预备所磨除的牙体组织较多，如果是活髓牙牙体预备时因切割牙体组织可达牙本质层，因此，应先做局部浸润麻醉，以减少患者的痛苦。

（2）牙体预备时，车针是在高速状态下切割牙体组织，在切削的局部可以产生较高的热量，因此，需用喷雾状冷水降温以保护牙髓，禁止在无水冷却情况下高速、连磨切牙体组织，特别是在牙颈部预备时更应仔细操作。在冬天因天气较冷，喷水的温度应在 20°～25°，否则过冷的水刺激一样会引起牙髓症状。

（3）进行牙齿颈部的预备时应十分小心谨慎，仔细认真。预备体颈部肩台的边缘

终止线要连续、光滑，在龈下 0.5 mm～1.0 mm，切勿破坏结合上皮，肩台呈浅凹型或深凹型的外形。修复体的边缘与预备边缘终止线应完好对接，既不能在边缘终止线形成间隙，如图 5－22 的右上颌中切牙，又不能超过终止线形成悬突，如图 5－22 的左侧下颌中切牙。

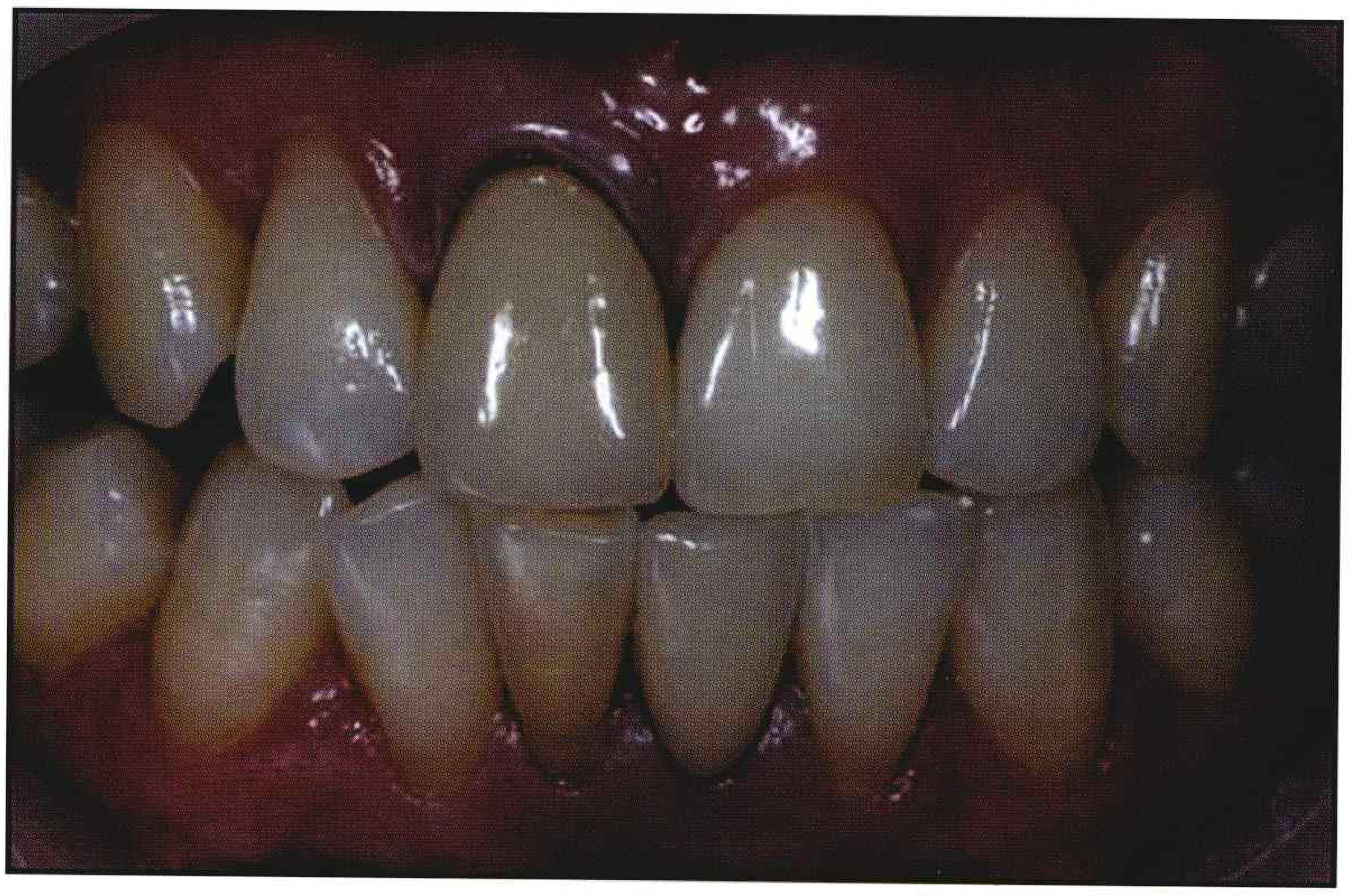


图 5－22　上下中切牙因边缘制作欠佳而产生龈缘黑线

(4)对于前后牙大量缺损，需要做咬合重建的患者，首先应在半可调式咬合架上制作蜡型，利用蜡型模型，制作硅橡胶导模，然后在口内制作树脂罩面，试戴 3～6 个月，待患者适应新的咬合关系后才能最终进行牙体预备和终印模的制取。如果没有规范化进行科学合理的制作，就会产生严重的不良后果。如图 5－23 的患者，仅有左上颌 2 后，下颌 6 缺失，就被采用了多单的连体冠桥修复，修复 2 年后，患者双侧关节疼痛，口内异味难闻，牙龈经常出血，痛苦不堪。口腔内检查上下颌 3－3 连体冠桥修复，上颌牙体长轴均向右侧倾斜，外展隙间牙龈乳头水肿严重，冠边缘与牙体组织不密合，后牙缺乏正常的尖窝咬合关系，Spee's 曲线几乎成为直线。这种不良的修复后果，不仅使患者花费了大量金钱，而且给患者的身心带来了不可挽回的损失。

(5)尽管材料科学和制作技术还在不断提高，但仍然应让患者了解目前任何形式的全瓷修复体都无法与自己色泽美观、大小协调的天然牙相比。同时，在使用过程中应注意口腔卫生，定期复诊，勿咬硬物，以免修复体破损。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图 5－23　全口 8－8 的不良贵金属烤瓷冠桥修复

参 考 文 献

[1] Hobo S. and Shillingburg H. T. Porcelain-fused -to-metal：Tooth preparation and coping design [J]. J Prosthet Dent，1973，30：28.

[2] Shillingburg HT，Yacobi R. Fundamental of tooth preparation. 1st ed. Chicago，Berlin，Rio De Jeneiro[M]. Tokyo：Quintessence Publishing Co Inc，1991.

[3] Tsitrou，A. ，Northeast，S. E. and van Noort，R. Evaluation of the marginal fit of three margin designs of resin composite crowns using CAD/CAM[J]. Journal of Dentistry，2007，35：68.

[4] Ayad MF. Effect of the Crown Preparation Margin and Die Type on the Marginal Accuracy of Fiber-reinforced Composite Crowns[J]. J Contemp Dent Pract，2008，9：9.

[5] Rosentiel SF，Ward DH Rashid RG. Dentists' preference of anterior tooth proportion-a web-based stusy[J]. J Prosthodont，2000，9：123.

[6] Abdullah MA. Inner canthal distance and geometric progression as a predictor of maxillary central incisor width[J]. J Prosthet Dent，2002，88：16.

[7] Paul SJ. Smile analysis and face-bow transfer：Enhacing aesthetic restorative treatment[J]. Pract Proced Aesthet Dent，2001，13：217.

[8] Chan CA. A Review of clinic significance of the Occlusal plane：its variation and effect on head posture[M]. International College of Craniomandibular Orthopedics （ICCMO） Anthology Ⅷ，2007.

[9] Mauro F，Barducci G. Esthetic rehabilitation in fixed prosthodontics[M]. Quintessence Pub. Co，2008.

第六章　牙龈压排及印模技术

为达到美学修复的目的，临床医师往往将固定修复体的颈部边缘放置在龈下，但采用龈下边缘设计除边缘适合性难以控制、易对牙周组织造成损伤外，还必须在取模时精确记录预备体颈部边缘终止线（finishing line）处的精细结构。牙龈压排技术（gingival retraction）是将牙龈组织向侧方、垂直方向推移，清晰暴露出预备体边缘位置，并使龈口张开，为准确获取印模、维护牙周组织健康提供了便利。一般认为，预备体颈部最佳的边缘位置是在距离游离龈 0.5～1.0 mm 处或距牙槽嵴顶 3.0 mm 处，且必须顺延牙龈边缘的自然弧度曲线。若预备体边缘在龈沟内的位置过深，或未有足够的附着龈时，将加大排龈的难度。自 20 世纪 60 年代初，随着印模材料的改进，临床牙医为在固定修复中获取良好的印模边缘才开始采用排龈技术。最初采用铜环或用自凝树脂制作临时冠压迫牙龈来达到排龈目的，但这类技术因对牙龈组织的不可逆性创伤大，逐渐被排龈线、电刀、激光等方法所代替，并得到广泛应用。北美地区 1985 年的调查表明，有 95%的牙医已常规采用排龈技术。目前，排龈技术主要分为单纯机械法、机械化学联合法、电外科法等。

第一节　临床常用的牙龈处理技术

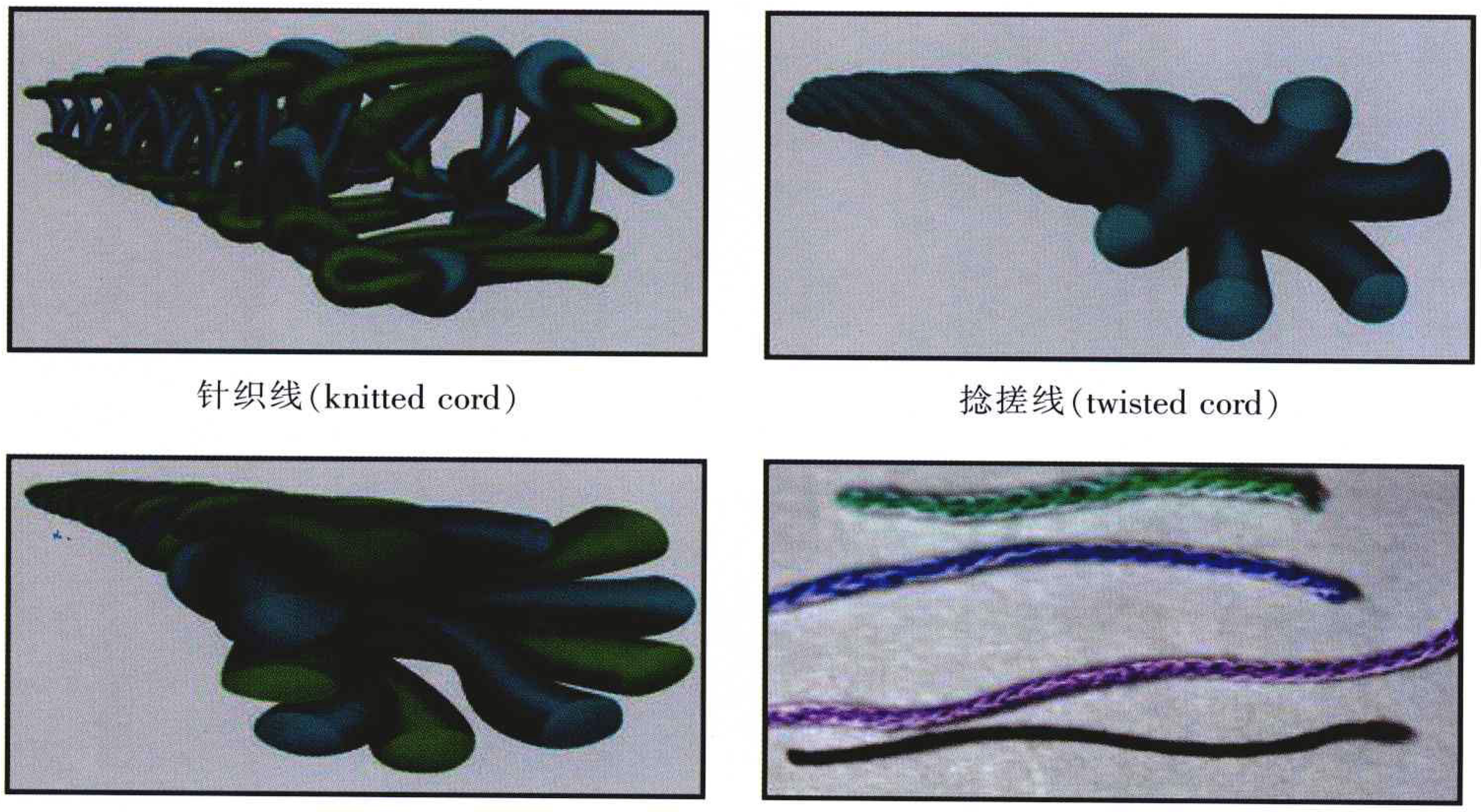
一、机械法排龈（simple mechanical methods）

早在 1951 年，Thompson 等采用带环印模料以暴露龈下龋洞边缘，后该法逐渐应用于固定修复中并逐渐得到发展。单纯机械法即单纯使用一种材料或几种材料通过机械性的压力作用使牙龈发生移位。如充满印模材料的带环，含可缓慢凝固的氧化锌水门汀的细编织棉线，未浸渍有收敛剂或止血剂等化学药物的外科线、棉线、棉捻等。

目前排龈线一般有三种基本的设计形式见图 6 - 1，包括有捻搓线（twisted cord）、针织线（knitted cord）、编织线（braided cord）。有研究认为针织线较捻搓线的排龈效果要好。在保证不造成组织创伤的前提下尽量使用足够大直径的排龈线以提供充分的空间允许印模材料进入龈沟，确保取出时的抗撕裂强度。最初排龈线多采用双股或多股棉线编织而成，但棉线长时间浸渍化学药物后易导致强度下降，一旦断裂则排龈线的完整性和连续性遭到破坏，其吸水膨胀性和回弹性都会大大减弱。故

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

目前新型的排龈线由不同的纤维混合组成，一股仍为可吸收化学物质的棉线，另外至少有一股为尼龙或聚酯材料，能抵御化学药物对其的降解作用，保证排龈线的强度。



针织线(knitted cord)　捻搓线(twisted cord)

编织线(braided cord)

图 6－1　不同设计形式的排龈线

二、机械-化学联合法(chemo－mechanical methods)

因单纯机械法排龈效果不甚理想，且不能有效控制出血，自 20 世纪 60 年代初期开始有众多学者建议使用机械-化学联合排龈法。即将排龈线浸渍于各种不同的化学药物后再放置于龈沟内，或是先将排龈线放置于龈沟后再加入化学药物。此法不仅能达到很好的排龈效果，而且化学药物作用于牙龈组织能起到收敛止血的作用。常用的化学药物有：肾上腺素溶液、硫酸铁溶液、硫酸铝溶液、氯化铝溶液、硫酸铝钾溶液(明矾)、氯化锌溶液等。目前 Pascal 公司将以往液态的化学药物制成凝胶状的针注射型，使用时注于龈缘周围，再结合使用排龈线。它较一般溶液易于保持浓度的稳定性，且有润滑作用使压排更容易，对组织创伤小。

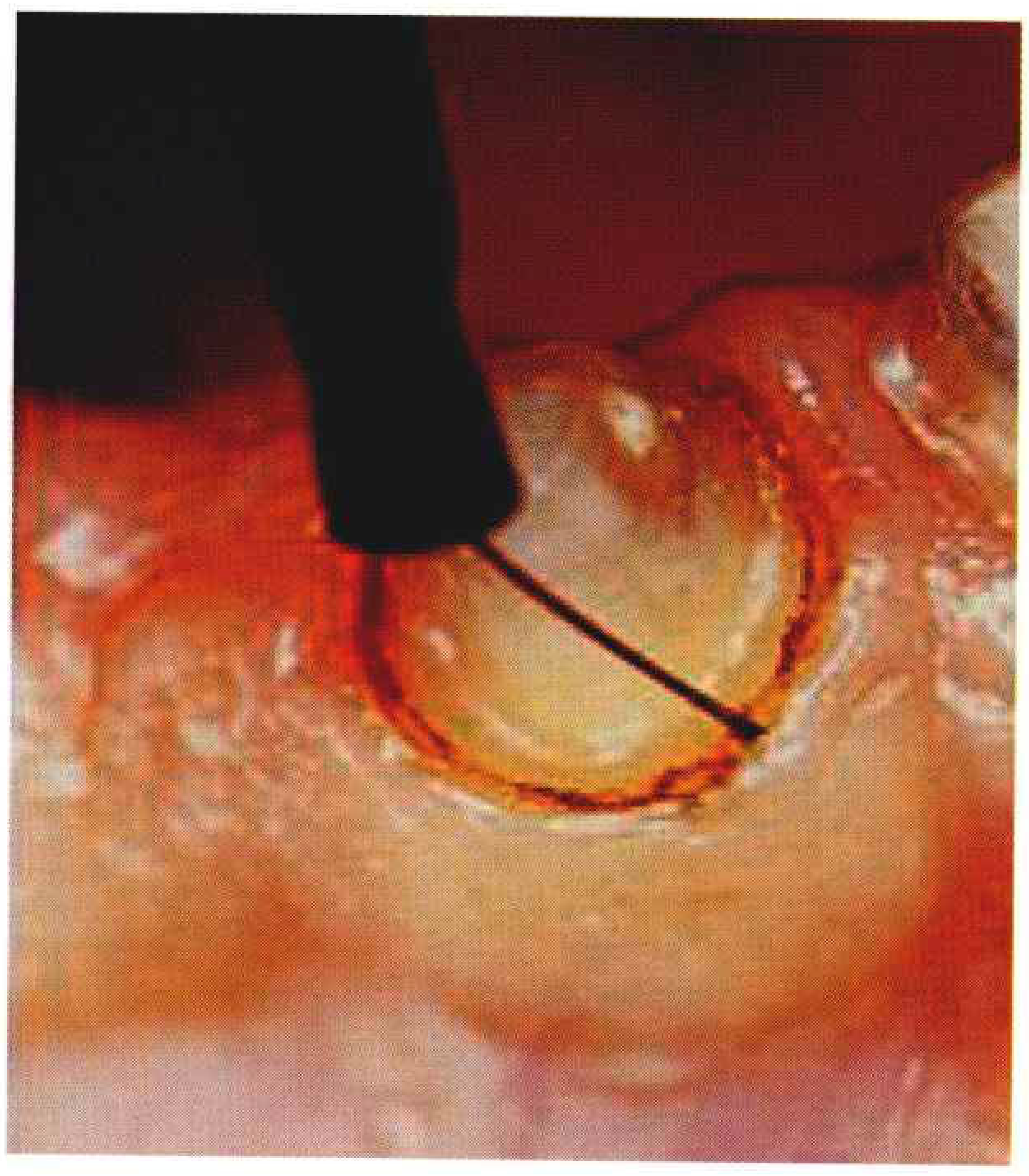
有学者认为常规使用的机械化学联合排龈法往往会给患者带来明显的不适，还可能产生不可预知的牙龈退缩，同时临床医师操作也有诸多不便。采用 2 780 nm 量级的牙科铒激光器来达到排龈的目的。也有使用 CO_2 作为激光源的报道，但激光排龈最大的困难在于难以精确引导定位。最新的 GingiTrac 排龈系统，将轻体(止血剂)注于龈沟后套入装有重体(黏稠基质)的专用托盘，利用患者自身的咬合压力将其压入龈沟内，3～4 min 后凝固可直接取下不需冲洗，使用方便，能有效控制出血，将创伤减小到最低。

三、牙龈旋转刮除术(rotary gingival curettage)

是指用高速旋转的金刚砂钻头在完成龈下预备的同时刮除龈沟内侧的上皮组织。若在牙龈组织无炎症、角化程度良好、有足够的游离龈宽度的前提下使用该技术,能获得理想的龈间隙且出血极少,但往往因操作控制不当易造成牙周组织不可逆的损伤,现已很少应用。

四、电-外科方法(electro-surgical methods)

是指用电刀沿着龈沟衬里切除表面细胞,形成扩大的龈沟。早期有实验证实电切术后1周牙龈组织外形即能恢复正常;术后2周对牙周组织的损伤极为轻微,牙龈高度损失仅0.1mm,对修复并无太大影响。但因电刀操作受诸多因素影响,故目前主要应用于牙龈严重增生肥厚(见图6-2),用机械化学法难以暴露颈部终止线或是前牙龈缘弧线不一致的患者。术后,可以直接制作暂时性修复体,使预备体边缘与修复体边缘完全对接密合,无悬突,待4~6周牙龈愈合后,可配合使用联合排龈法。目前,一些新的激光技术也在口腔治疗中得到了较好的应用,其效果好于电刀,不仅可以切割牙龈,而且可以对牙周病有一定的治疗作用。



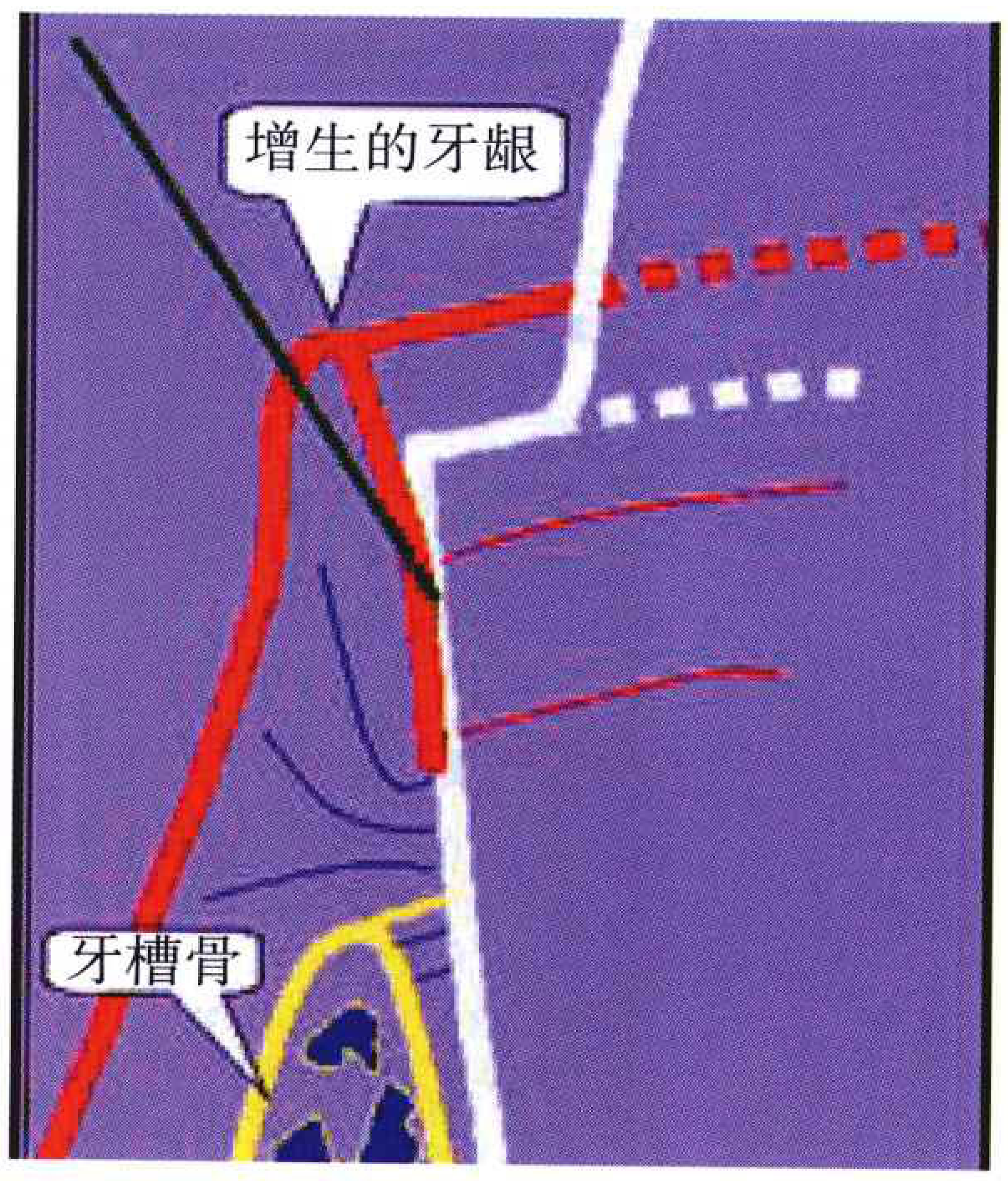


图6-2 采用电刀直接切除增生的牙龈

第二节 牙龈处理方法的选择

一、单线排龈法

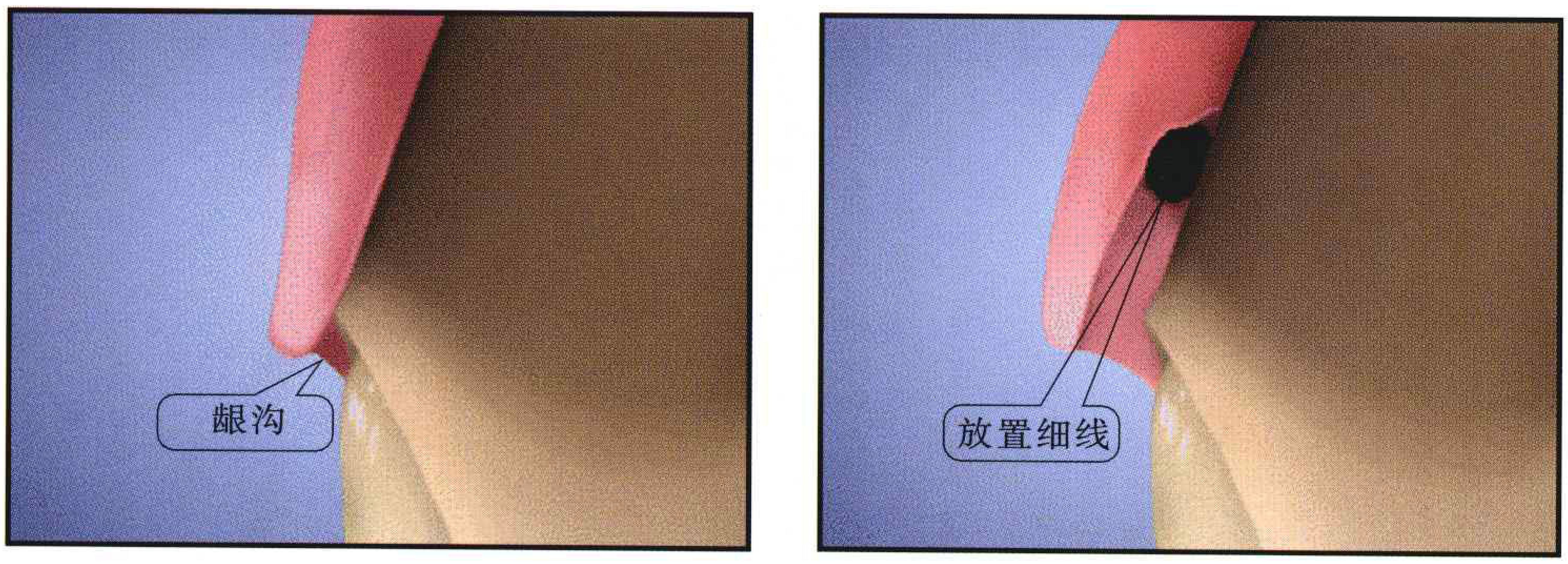
当牙龈组织健康、龈缘厚度适宜、龈沟较浅、仅1~3颗基牙预备时可选择单线排龈。根据患者游离龈的紧张程度选择粗细适宜的排龈线,用排龈器按一定的方向轻轻压入龈沟内,因邻间隙处的牙龈组织与牙面贴和较为松弛,且不易移位,故建议从

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频,微信公众号里搜索qzkqsp1(茄子口腔视频1首字母)即可关注

牙齿的邻面开始排龈。约 10 min 后移除排龈线，需用水湿润，一方面是方便移除，另一方面是防止干燥状态下移除会对牙龈造成创伤，撕裂内层上皮，引发出血。

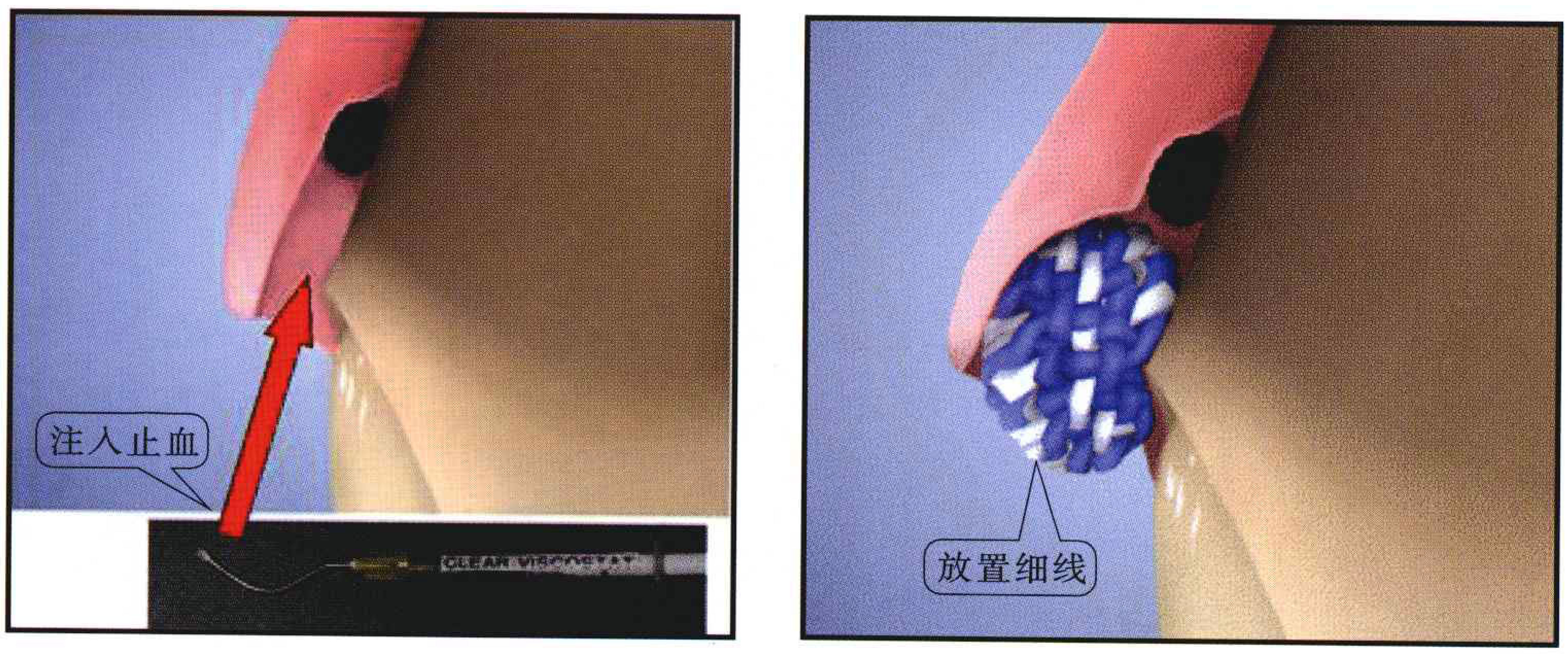
二、双线排龈法

若牙龈健康状况不佳，龈沟较深，游离龈较厚，使用单线排龈法则不能获得充分的侧向空间；牙龈炎症急性期，龈沟内有较多的渗出物，影响印模材料的亲和性，且需要即刻取模；或是用于多个牙体预备时，同时抽离多根排龈线时颈缘渗出明显，也宜采用双线排龈法，见图 6－3。先把一较小直径的排龈线放入龈沟内，恰好围绕颈部一圈。因取模时该线留在沟内，太短或太长都会影响之后模型颈缘的精确性，见图 6－4。然后再放置较粗的排龈线于细线之上，放置5～10 min 后用水湿润抽出粗线，细线在取模完成后再取出。



a　　b

图 6－3(a、b)　先把一较小直径的缩龈线放入龈沟内，剪断线的末端，使得缩龈线在龈沟内端相连。如果该线太短（末端留有空隙）或太长（产生折叠的末端），就会渗入到模型中，给后面的灌模和代型修整带来一定的难度。该线在取模时也保留在龈沟内



c　　d

图 6－3(c、d)　第二根缩龈线，同样用止血剂浸润后放入龈沟内，置于细线的上面。而第二根线的直径是龈沟所能放置的最大直径的线。在第二根缩龈线放置 8～10 min 后，用水湿润抽出，第一根缩龈线继续留在龈沟内，预备体吹干后，取模



图 6－4　口内双线排龈情况

三、排龈膏

近年来临床上出现一种新型的排龈糊剂——排龈膏，其主要成分为高岭土、氯化铝和水。它的排龈原理不同于排龈线对游离龈产生的机械性压力，而是利用注射枪的挤压膏体的作用迅速打开龈沟，同时膏体中含有氯化铝，可以有效防止或减少牙龈出血和渗出。目前应用较多的是法国碧兰公司生产的 Expasy 排龈膏。使用排龈膏最大的优点是其注射时压力的可控制性（约为 0.1 N/mm^2），因而不易损伤牙龈上皮附着，见图 6－5。

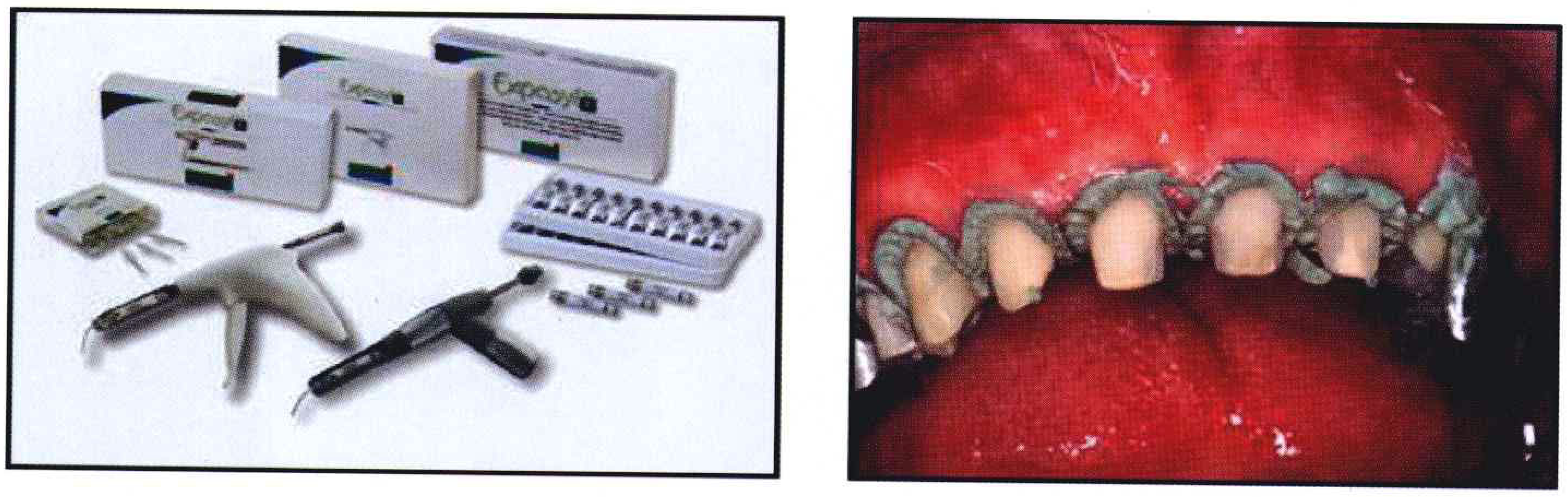


图 6－5　采用专用枪将 Expasy 排龈膏沿牙面 45°角注入龈沟内，保留 2～5 min 后用水冲洗牙面，此时牙龈无出血，龈沟口开放

尽管如此，排龈膏也有其使用的局限性。膏体有可能注射到不易去除的部位（如牙周袋内），因此不宜用于牙龈炎患者。排龈膏的价格较为昂贵，会增加一些患者的经济负担。对于牙龈较厚的预备体，因牙龈的张力过大，其排龈效果可能不能满足临床排龈的需要。若取膜前未将排龈膏清除干净，则有可能影响印模的准确性。其中的氯化铝会影响聚醚类印模材料的准确性，但不影响聚乙烯类的印模材料。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

三、排龈的时间

排龈时间过短则龈沟未能充分打开，印模材料不能完全进入；排龈时间一般不超过30 min，过长的机械性排龈时间易导致患者牙龈的不可逆性退缩，龈沟不能恢复至正常水平。大多数研究认为排龈时间至少为 5～10 min 才能获得充分的龈沟空间，同时发挥止血药剂止血及控制颈部渗出的作用。现认为浸渍化学药物后能延长龈沟开放的时间，氯化铝效果较肾上腺素和硫酸铁均好，而且去除浸渍有药物的排龈线后，龈缘即刻恢复。

四、排龈对牙周组织健康的影响

综上所述，目前可选择的排龈方法多种多样，但尚没有一种排龈方法具有显著的优越性，可以说任何一种方法都会在不同程度上造成对牙龈、牙周组织的侵害。排龈时需要有一定的机械压力将排龈材料置入龈沟内，这就可能会破坏边缘龈与釉-牙骨质面的连接，甚至导致牙龈退缩。同时，龈沟液中的炎性因子增加，表明排龈过程确实对牙龈造成了一定程度的急性损伤，但这些损伤是可逆的，具有自限性，一般在 1～2 周后达到临床和组织学上的愈合。

联合排龈法中应用的化学药物直接接触牙龈组织，其理化性质及生物相容性对牙周组织的影响是显而易见的。如较高浓度的氯化铝溶液，对牙龈组织有腐蚀性，能凝固蛋白。硫酸铁溶液对组织的凝固作用较强，在移除排龈线时可能将血凝块一起带出，造成新的出血，同时应用硫酸铁后牙龈可能呈现蓝黑色，数天后一般可以消退。一些研究发现，以上化学药物对牙龈组织在初期有一定的细胞毒性作用，但毒性作用随时间而逐渐减小。有鉴于此，建议在移除排龈线后用水充分冲洗以去除残留在龈沟的化学药物成分。

肾上腺素最早作为化学止血药剂曾被广泛应用，但有调查表明其临床副作用发生率有近 34%。从药物中局部吸收的肾上腺素和患者因自身应激反应分泌的内源性肾上腺素，两者的量足以引起血流动力学上的变化，引起血管持续收缩，对血管造成永久性的损伤。若患者自身存在一些易感因素，如高血压、心肌梗死等，则发生系统性危象的可能性大大增加。肾上腺素的吸收量与血管床暴露的面积、药物放置时间的长短、药物浓度、龈沟液和唾液的量、排龈线的长度有关。特别是在进行多基牙预备时更应谨慎使用含有肾上腺素的排龈线。

排龈技术的推广使用是口腔固定修复一个质的飞跃，由于经济、教育等多因素的影响，国内仍有部分医师未认识到牙龈处理技术对提高修复体质量，保证牙周组织健康的重要性。今后随着排龈技术的不断改进，患者美观意识的逐步增加，排龈应作为必需的常规技术在临床中应用。

第三节　印 模 技 术

一、常用的印模材料及其特点

良好牙齿预备仅仅是修复体制作工作中的第一个步骤，临床医师需要把自己预备的基牙外形，完整而清晰地复制成石膏或树脂模型，才能交给技师进行修复体的制作。这一过程中临床医师需要采用精细的印模材料在口内复制预备体的阴模，再灌制成石膏模型。目前，临床主要用制作印模的材料有：藻酸盐印模料、聚醚橡胶、缩合型硅橡胶和加聚型硅橡胶。印模微细结构的重现性：藻酸盐＜聚醚橡胶＝缩合型硅橡胶＝加聚型硅橡胶；尺寸稳定性：藻酸盐＜缩合型硅橡胶＜聚醚橡胶＝加聚型硅橡胶；收缩变形率：藻酸盐（约 2%）＞聚硫橡胶＞缩聚型硅橡胶（0.5%～1.5%）＝聚醚橡胶＞加聚型硅橡胶（0.5%以下）。图 6－6 显示了四种硅橡胶 24 h 后的聚合收缩变形情况。表 6－1 列出了不同材料的优缺点。

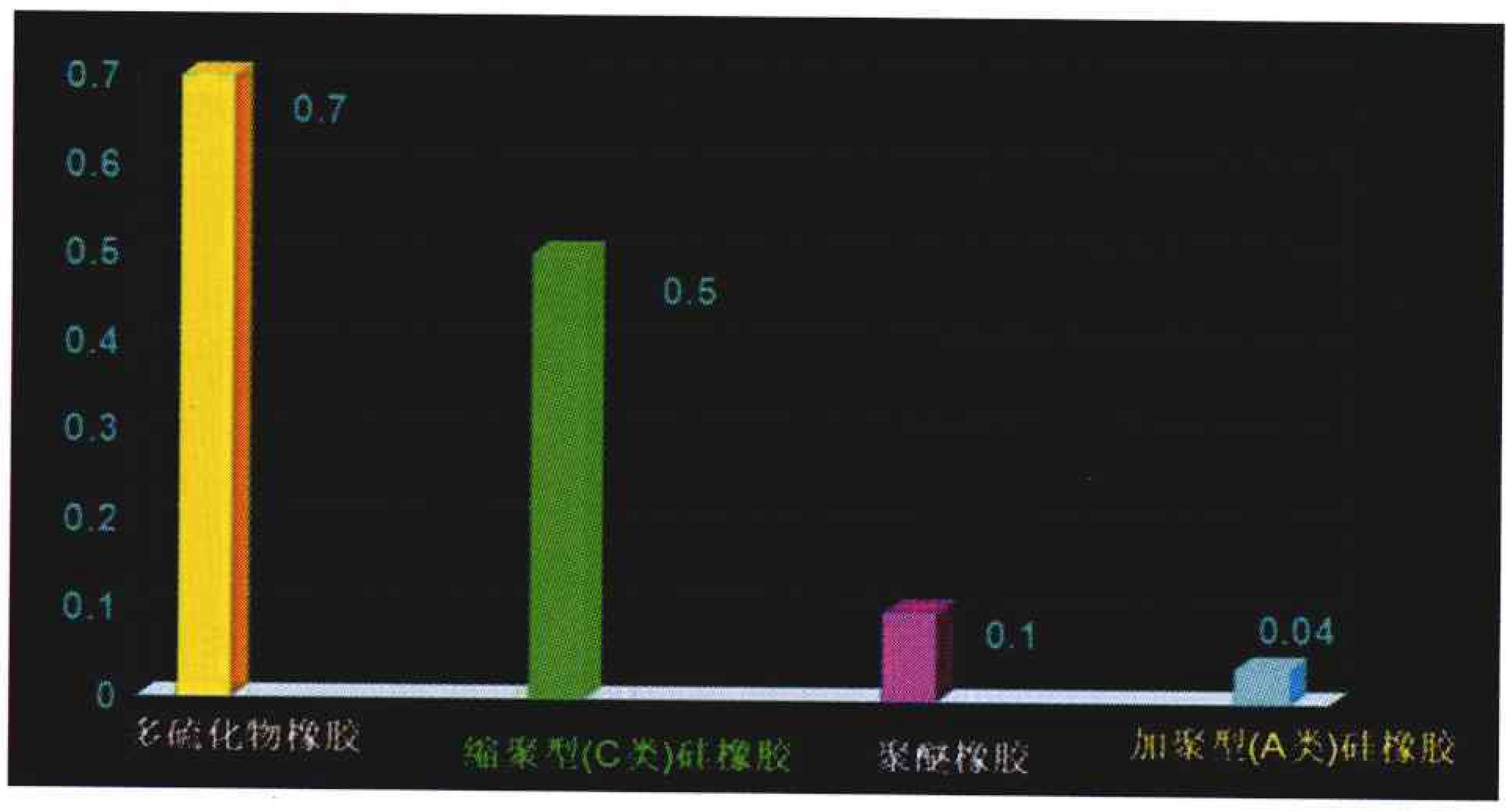


图 6－6　不同硅橡胶 24 h 后的聚合收缩率(%)

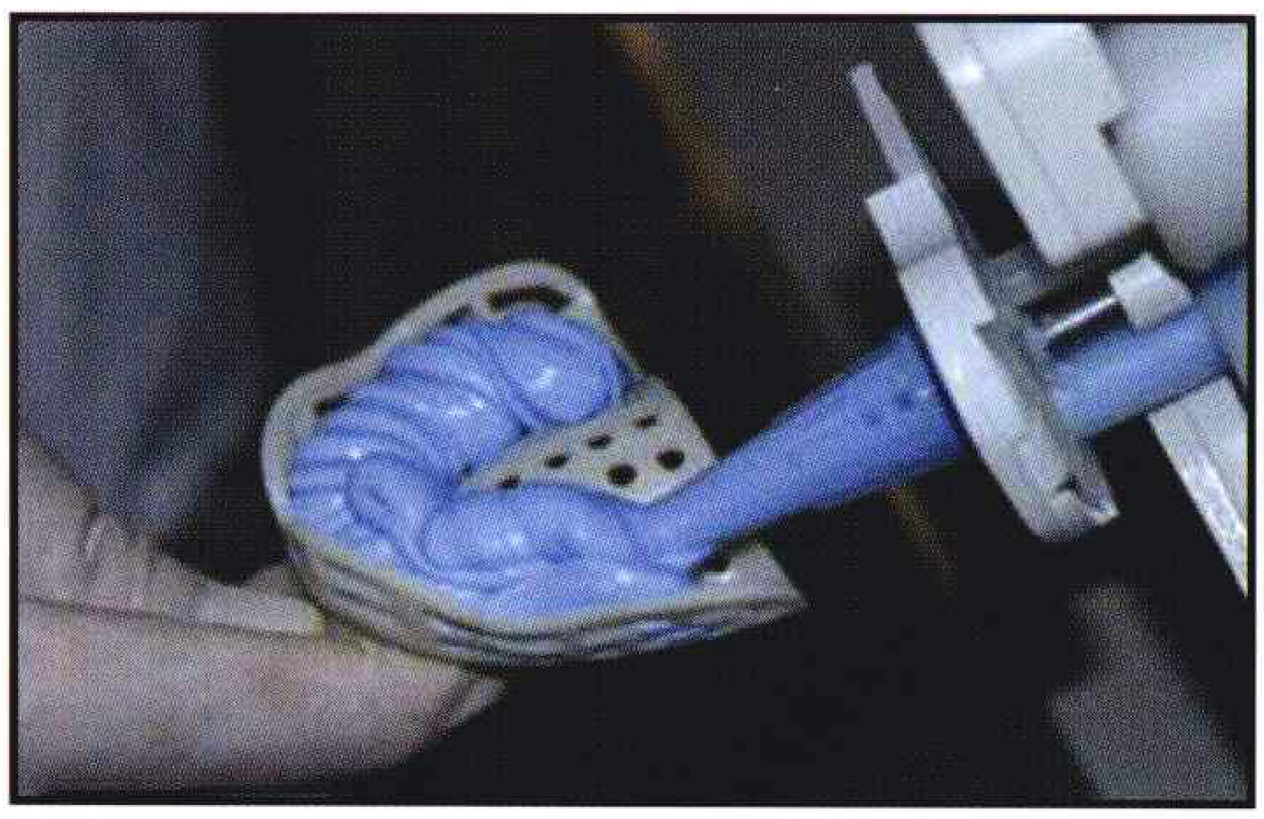
表 6－1　临床常用印模材料特点的比较

材料	优点	缺点
藻酸盐	操作简单、节省时间、价格低廉，不会出现两次印模间的分层现象	龈下预备边缘不够精确，印模表面易出现气孔，印模只能复制一次模型且印模难以消毒
聚醚橡胶	良好的亲水性、流动性佳，触变性能好，较好的形态稳定性，收缩或变形小。取模高度精确，可进行消毒，可进行多次倒模，储存时间长	一次印模有时龈下边缘不够清晰，灌制的石膏模型脱模困难，不佳的聚醚材料有味道
硅橡胶	良好的亲水性、流动性佳，触变性能好，无气味，无滋味，极佳的形态稳定性，极小的收缩或变形。取模高度精确，可进行消毒和多次倒模，储存时间长	一次印模时也有龈下边缘不清现象，二次印模操作复杂较费时

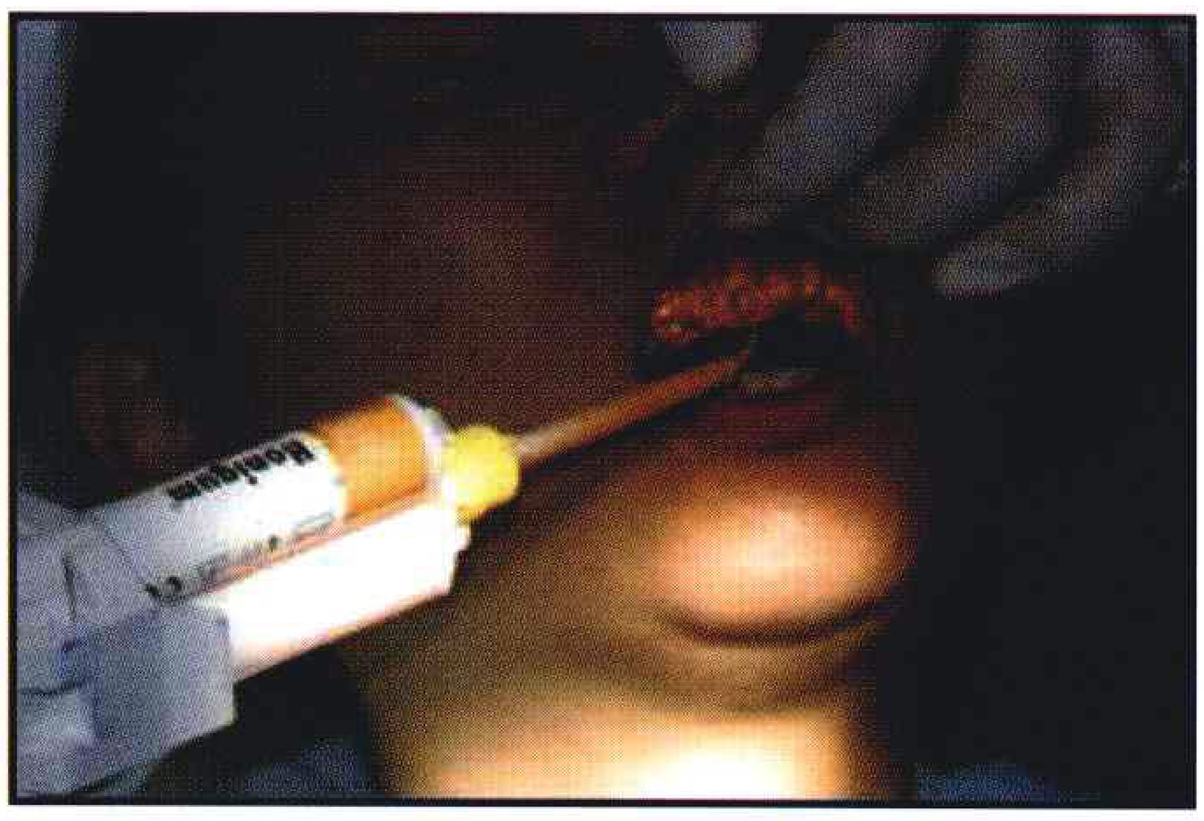
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

二、两次硅橡胶印模的操作

先用重体(heavy body or putty)硅橡胶取初模,如单线排龈,此时的排龈线可不取出,而在注射轻体(light body)硅橡胶时取出。因为打开的龈沟在 3～5 min 内会自动闭合,影响轻体流入到龈沟内,而无法取得预备体龈下边缘。初模取完后,修整印模,去除进入软硬组织和牙间间隙等影响印模复位的硅橡胶,然后取出排龈线,清洗牙面,重体硅橡胶印模内和预备体颈部边缘注入轻体硅橡胶,见图 6－7。待轻体完全固化后取出印模,印模放置半个小时后灌制超硬石膏模型。见图 6－8。

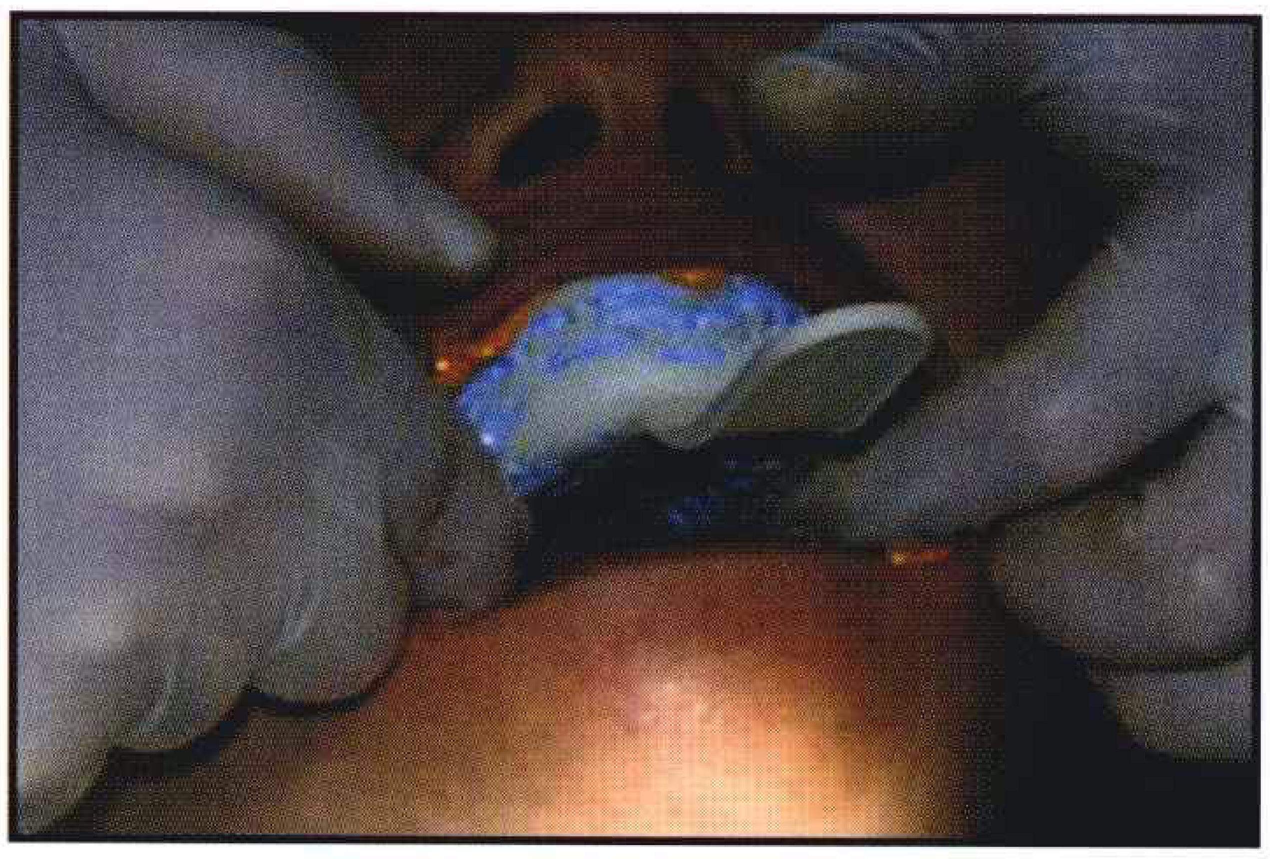


a

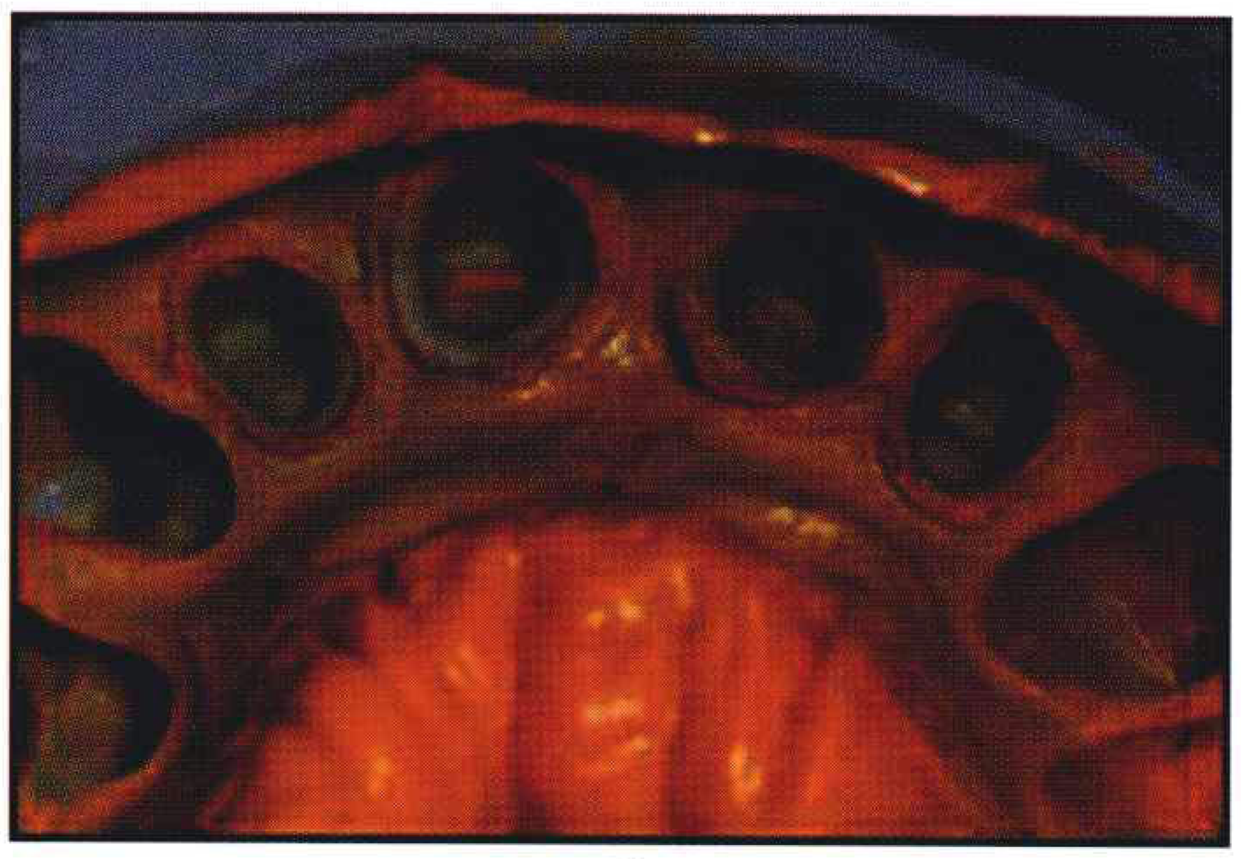


b

图 6－7(a、b)　a. 采用机混硅橡胶制作初印模,修整后备用;b. 在预备体颈部边缘注入轻体硅橡胶



c



d

图 6－7(c、d)　c. 在修整后的初模内注入轻体硅橡胶后口内复模,待轻体结固后取出印模;d. 检查基牙颈部边缘的完整性

三、使用硅橡胶的临床注意事项

(1)不要使用天然橡胶手套,建议使用一次性聚乙烯塑料手套。

(2)取模后当心不要调换量匙,以免污染基质和催化剂。

(3)使用后立即将盖子盖紧,置于阴凉处。夏季须冷藏。

(4)基质和催化剂不要分开。

(5)严格推荐用量的基质和催化剂。不等量将导致延迟或加速固化。



图 6-8　预备体的边缘终止线清晰完整，牙龈和牙体组织分界明显

参 考 文 献

[1] Block PL. Restorative margins and periodontal health: a new look at an old problem[J]. J Prosthet Dent, 1987, 57: 683.

[2] Kois JC. Altering gingival levels: the restorative connection, part I. Biologic variables[J]. J Esthet Dent, 1994, 6: 3.

[3] James D. Harrison Effect of retraction materials on the gingival sulcus epithelium[J]. J Prosthet Dent, 1961, 11(3): 514-521.

[4] Jokstad A, Clinical trial of gingival retraction cords[J]. J Prosthet Dent, 1999, 81: 25.

[5] Hansen PA, Tira DE, Barlow J. Current Methods of Finish-Line Exposure by Practicing Prosthodontists[J]. J Prosthodontics, 1999, 8: 163.

[6] Scott A. Use of an erbium laser in lieu of retraction cord: a modern technique[J]. Gen Dent, 2005, 53: 116.

[7] 樊聪，冯海兰，何建新. 应用排龈技术减少临床牙龈损伤[J]. 现代口腔医学杂志，2001，15: 44-45.

[8] Cloyd S, Puri S. Using the double-cord packing technique of tissue retraction for making crown impressions[J]. Dent Today, 1999, 18: 54.

[9] BaharavH, etc. The effectof displacement time on gingival crevice width[J]. Int J P rosthodont, 1997, 10: 249-253.

[10] Laufer BZ, Baharav H, Lnaqer Y et al. The closure of the gingival crevice following gingival retraction for impression making[J]. Journal of Oral Rehabilitation, 1997, 24: 629-635.

[11] Akca EA, Yildirim E, Dalkiz M, et al. Effects of different retraction medicaments on gingival tissue[J]. Quintessence Int, 2006, 37: 53-59.

[12] Fazekas A, Csempesz F, Csabai ZV. Effects of pre-soaked retraction cords on the microcirculation of the human gingival margin[J]. Oper Dent, 2002, 27: 343.

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第七章　比色与选色

比色与选色的目的是把患者天然牙的颜色信息准确传递给技师，以便制作出与邻牙、对颌牙、患者皮肤颜色以及年龄相协调的修复体。天然牙的颜色千变万化，丰富多彩，准确比色需要掌握一定的比色技巧，了解色彩学方面一些基本的理论知识是学习比色的前提。

第一节　色彩基本理论

一、色彩的本质

颜色的定义为：颜色是光作用于人眼引起除形象以外的视觉特性。颜色是一种物理刺激作用于人眼的视觉特性，而人的视觉特性是受大脑支配的，也是一种心理的反映。

色彩的本质是可见光。17 世纪中叶，牛顿做了著名的光学实验，在暗室中，让一束日光穿过三棱镜，形成红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫彩虹状光带，称为太阳光谱，从此揭开色彩的神秘面纱，习惯上称光带为光谱。人们日常看到的物体颜色来源于可见光线，试想在没有任何可见光的暗室里，没有色彩可言。在自然界中除了直接看到可见光源颜色以外，其他一切物体的颜色都是反射周围环境光线到观察者眼睛中的结果。严格来说物体本身没有颜色，只有反射、透射或吸收不同光线的特性，例如：当你看到红色的物体，是因为该物体反射了光线中的红色光，同时吸收了其他色光；看到蓝色的物体，是该物体反射了光线中的蓝色色光，同时吸收了其他色光。一种物体吸收所有光线显示黑色，若反射所有光线则显示白色。白色光中隐含所有的颜色，我们观察物体时，光线经过物体反射到眼睛，在一定程度上被物体改变了，也就是说，由于光线的作用使我们看到了物体的颜色。

二、三原色原理

1. 加色三原色

原色指色彩中不能再分解的基本色。继牛顿后，托马斯-杨在牛顿光谱实验的基础上，在红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫色光的后面再加一个三棱镜，发现只有红、绿、蓝(red、green、blue，RGB)三种颜色色光，证实只需要红、绿、蓝三种色光混合就能产生

白色光。任何颜色的色光不外乎这三种颜色，所不同的是每种色光的含量不同，这三种色光称原色光，也称加色三原色（图 7－1）。R、G、B 三原色可以合成出所有的颜色，同时相加得白色。发射媒体如电视、计算机显示屏等，其本身作为光源通过发射 R、G、B 三原色光，能够产生几乎所有的可见光谱范围内的颜色，其光线直接刺激人眼睛产生视觉。

2. 减色三原色

印刷图片、照片等是反射媒体，本身不发光，它们吸收 R、G、B 光线中的部分颜色，反射其余的颜色。幻灯片、胶片电影等是透射媒体，吸收 R、G、B 光线中部分颜色，透射其余的颜色。反射媒体和透射媒体都是通过去除或吸收 R、G、B 光线中部分颜色，剩下的反射光或透射光刺激人眼睛产生视觉。红、绿、蓝三原色中红色被吸收，剩下绿色和蓝色被反射或透射产生青色；绿色被吸收，红色和蓝色被反射或透射产生品红色；蓝色被吸收，红色和绿色被反射或透射产生黄色。青、品红、黄（C、M、Y）是颜料三原色，也称减色三原色（见图 7－2）。理论上颜料三原色青、品红、黄同时相加，所有的颜色被吸收，显示黑色，但实际上由于颜料本身质量并非理想状态，一般混合后呈深棕色，故彩色打印机用 CMYK 四色墨盒，K 表示黑色，用以增加颜色深度而产生更好的遮盖效果。

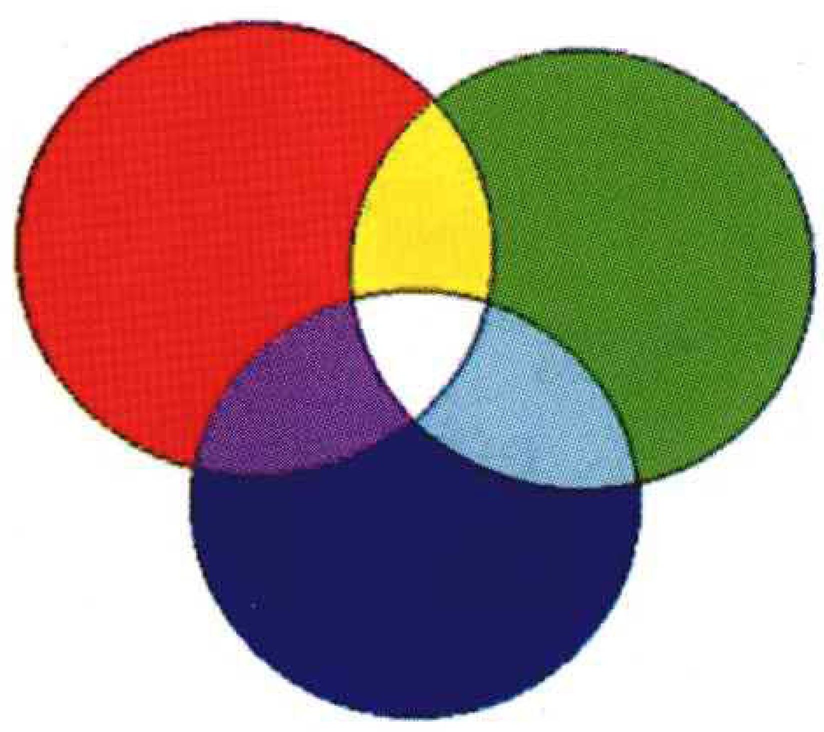


图 7－1　加色三原色：红、绿、蓝（RGB）

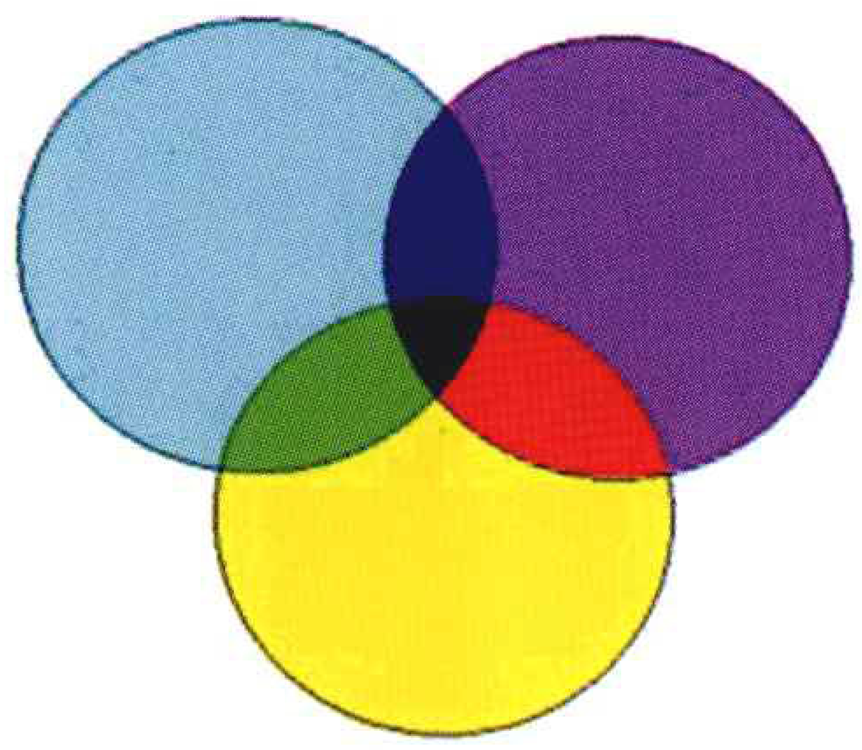


图 7－2　减色三原色：青、品红、黄（CMY）

三、色彩三要素

1. 色相 Hue

即色彩的名字，是不同色彩之间互相区分的本质特征，如孟塞尔表色系中的红、黄、绿、蓝、紫等（见图 7－3）。不同波长的光色相不同，用波长确定色相比较精确，但不易普及和交流，理论上有成千上万种色相，为了学习和交流方便，人为规定有限个色相名称，一般用国际标准色标定。

2. 明度 Value

又称亮度，指色彩的明暗程度，同一个色相可以因不同明度产生一系列的不同色彩，如红色包括：浅红、亮红、深红、暗红等。

3. 彩度 Chroma

也称饱和度，或纯度，指某色彩内相同色相纯色所占的比例，表示色彩的强度和

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

浓度等级。



图 7-3 孟塞尔表色系的十个基本色相

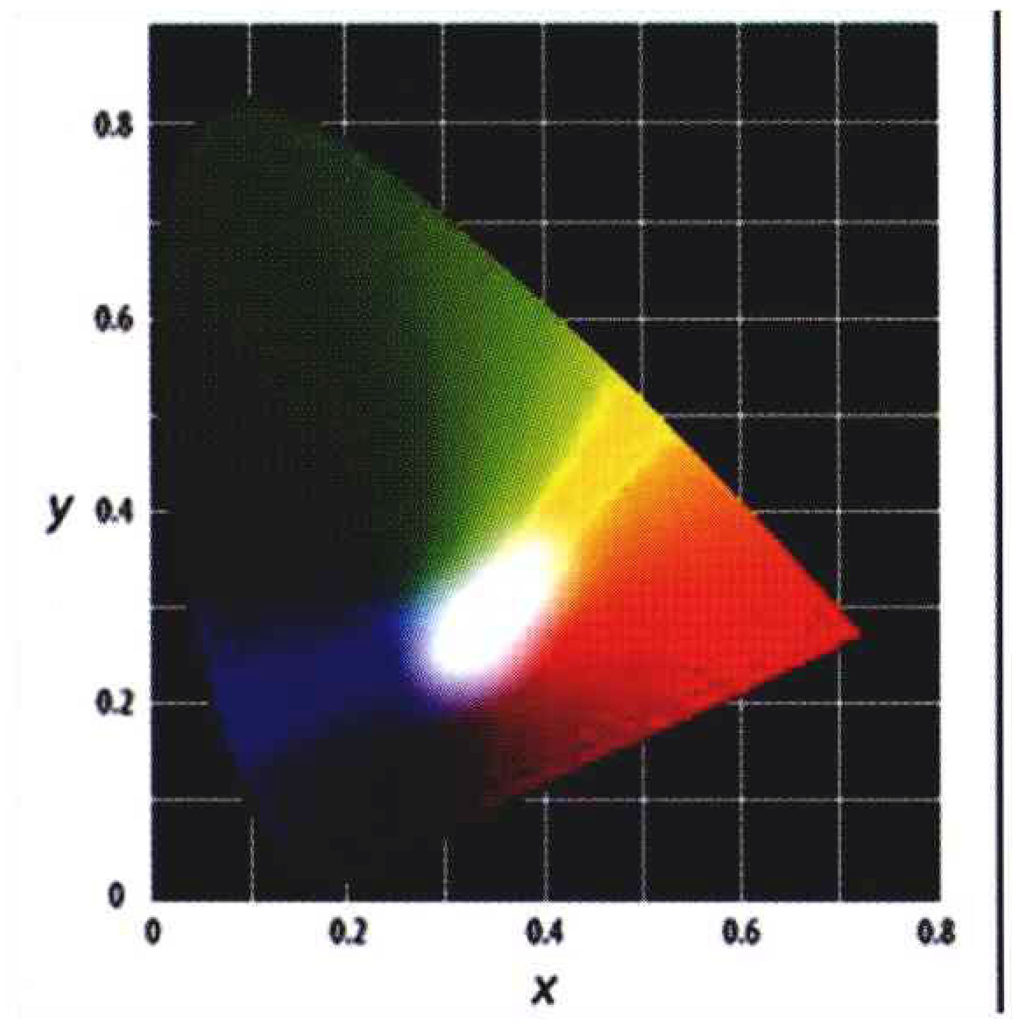


图 7-4 CIE1931-XYZ 色度图

四、色彩表达形式

颜色的表达方式多种多样，有很多表色体系，可以用色卡、色环、色立体树等直观的实物形式表示，如具有代表性的孟塞尔表色系。也可以用数字化的形式表示，如：国际照明委员会(CIE)X、Y、Z 表色系，$L^*a^*b^*$ 表色系和 HSB 表色系等。

1. 孟塞尔表色系

美国美术教师孟塞尔(Albert H. Munsell)从心理学角度，根据颜色的视知觉特点制定表色系，由红、黄、绿、蓝、紫五色，再加上黄红、黄绿、蓝绿、蓝紫、红紫五个间色，共十个颜色构成主色相环(图 7-3)。孟塞尔表色系是目前国际普遍采用的颜色分类和标定法。

2. 国际照明委员会 X、Y、Z 表色系

匹配某一颜色所需要的色光三原色红、绿、蓝的数量称三刺激值，用 R、G、B 或 X、Y、Z 表示，三原色各自在其总量中的相对比例用 r、g、b 表示，参见图 7-4。

3. 国际照明委员会 $L^*a^*b^*$ 表色系

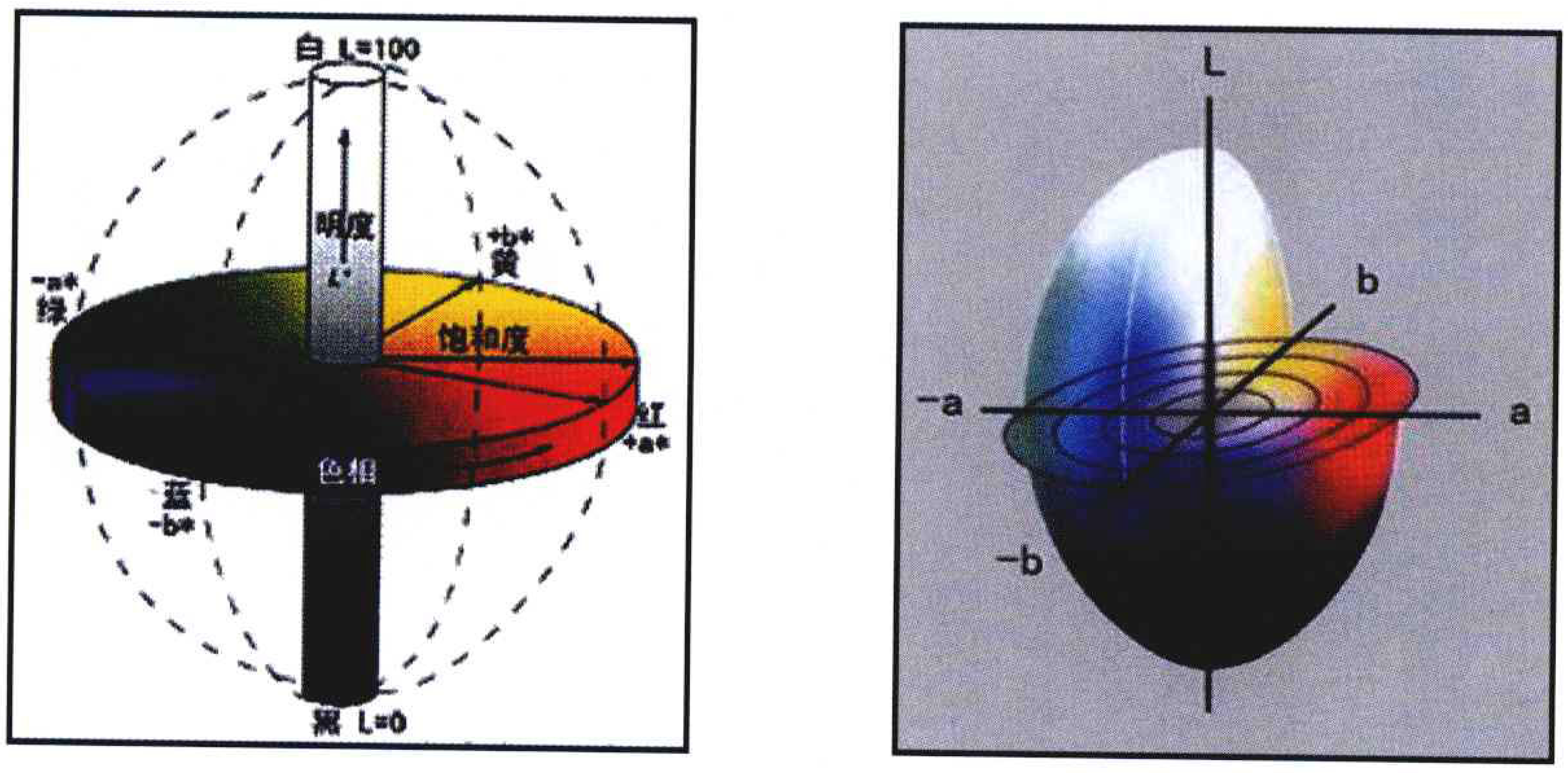
牙科最常使用 $L^*a^*b^*$ 表色系，国际照明委员会于 1976 年推出 $L^*a^*b^*$ 标准色度体系：L^* 为垂直轴，表示明度，数值越大越亮，数值越小越暗；a^* 表示红色方向，$-a$ 表示绿色方向，b^* 表示黄色方向，$-b$ 表示蓝色方向。观察 $L^*a^*b^*$ 色系立体图，见图 7-5。从上往下看，色相红、黄、绿、蓝、紫以 L^* 轴为中心环绕分布，从 L^* 轴开始向外的不同半径距离为彩度或饱和度，见图 7-5。国际照明委员会推荐了均匀颜色空间和色差计算方法：

$$L^* = 116(Y/Y_o)^{1/3} - 16$$
$$a^* = 500[(X/X_o)^{1/3} - (Y/Y_o)^{1/3}]$$
$$b^* = 200[(Y/Y_o)^{1/3} - (Z/Z_o)^{1/3}]$$

X、Y、Z 指样品颜色三刺激值。X_o、Y_o、Z_o 指国际照明委员会的标准照明体，照射在完全反射漫射体上，再经过反射漫射体反射到观察者眼中的白色物体刺激的三

刺激值。

总色差公式：$\triangle E^*ab=(\triangle L^{*2}+\triangle a^{*2}+\triangle b^{*2})^{1/2}$



a　　　　　　　　b

图 7-5　a. CIE 1976 $L^*a^*b^*$ 标准色度坐标系统；b. 色彩空间示意图

4. $L^*C^*H^*$ 表色系

在 $L^*a^*b^*$ 表色系中，a^* 和 b^* 不能单独表达彩度和色相，必须同时出现才能完整表示彩度和色相，这与一般习惯的明度、色相、彩度概念比较，思维上有点别扭。Hunter 提出了求取与心理知觉量相关联的计量心理量表示方法，即 $L^*C^*H^*$ 表色系。同一个颜色，$L^*C^*H^*$ 表色系和 $L^*a^*b^*$ 表色系之间可以相互换算：两个表色系中的 L^* 意义相同；$C^*ab=(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$，$C^*ab$ 称为计量心理量彩度，为同一个明度平面上目标颜色 a^*、b^* 坐标点与无彩 L^* 轴的垂直距离，可以理解为目标颜色的彩度；$H°ab=tag^{-1}(b^*/a^*)$，称为计量心理量色相角，为目标颜色 a^*、b^* 坐标点和无彩 L^* 轴间垂直线与 a^* 轴之间的夹角；$H°ab$ 可以理解为色相（色相角）。通过换算，把 $L^*a^*b^*$ 表色系中不好理解的 a^*、b^* 值转化为即可以用数值表示，又符合一般思维习惯的明度、色相、彩度概念，方便理解。$L^*C^*H^*$ 表色系色差计算方法是：

计量心理量明度差：$\triangle L^*ab=L^{*2}ab-L^{*1}ab$

计量心理量彩度差：$\triangle C^*ab=C^{*2}ab-C^{*1}ab$

计量心理量色相角差：$\triangle H°ab=(\triangle E^{*2}ab-\triangle L^{*2}ab-\triangle C^{*2}ab)^{1/2}$

$L^*C^*H^*$ 表色系在牙科研究中常用，有些文章中常将 L^*ab、C^*ab、$H°ab$ 分别简写成 L、c、h，$\triangle E^*ab$ 简写成 $\triangle E$ 或 dE。

五、色彩感知基本过程

人类色彩感知包括以下四个方面的内容：光源、物体、眼睛和大脑，光源的辐射能和物体的反射属于物理学范畴，大脑和眼睛是生理学的内容。但是色彩永远是以物理学为基础的，色彩感觉总包含着色彩的心理和生理作用的反映，使人产生一系列的对比与联想。光源发出具有一定波长的可见光照射到物体上，部分波长的光被吸收，部分光被反射到周围环境中，反射光当中进入人眼睛的光线被人的视觉系统感知，也

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

就是眼睛看到物体的颜色。人眼睛视网膜上分布两种视觉细胞：杆细胞和锥细胞，其中杆细胞有 1.2 亿～1.3 亿个，主要分布在视网膜的周边，感觉光线明暗，对弱光刺激敏感，光线过强时受到抑制；锥细胞有 500 万～600 万个，集中在视网膜的中间，主要感觉彩色光线，在明亮而适中的光线条件下敏感。感觉颜色的过程主观性很强，颜色以视觉和感情表现出来，不同个体看同一物体可能有不同的感觉，仅靠视觉很难得出相同的颜色感觉。很多因素影响个体对颜色的视觉：如光线条件、背景、色觉缺陷、两眼睛不一致、眼睛疲劳、年龄、营养、药物和其他生物因素等。如同一个苹果分别放在白炽灯、荧光灯和阳光等不同的光源下，人看到的颜色不一样。除了外在的因素，观察者本身也可能存在许多影响色彩感觉的因素。

六、光源对牙齿颜色的影响

比色是一个色彩感知过程，其中光源对于牙齿比色非常重要。物体呈现一定的颜色本质上来源于光源，不同的光包含不同波长的颜色成分，各种颜色成分比例也不一样，同一个物体在不同光源下会表现不同的颜色，假如一种光源中没有红色成分，那么单独在这种光源照射下，任何物体都不会显示红色。光源的种类很多，最常用的是太阳光，标准太阳光包含红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫等每一种颜色，每一种颜色的比例也协调，也就是说标准太阳光光源的质量是最好的。日常使用的各种灯光颜色成分不全或分布不均匀。评价光源质量有色温、光谱曲线、显色指数等指标。

1. 色温

若一物体能够在任何温度下，全部吸收任何波长的辐射，这样的物体称为绝对黑体。将人造绝对黑体均匀加热，达到一定温度时，黑体内表面将辐射出显示特定颜色的光，一定颜色光反映黑体辐射的温度（以 K 表示），黑体加热一般经过红、橙、黄、白、蓝色等阶段，蓝色时温度最高。某光源的色度与某一温度下黑体辐射的色度一样，这一温度值称为某光源的颜色温度，简称色温，可用绝对温度 K 表示。色温用于衡量光线的质，其本质是光源的平均波长，色温可以用色温表测得。色温的高低直接影响光的颜色，蜡烛光色温约 2 000 K，荧光灯光色温约 4 000 K，日出到日落色温 2 400～6 000 K。适合牙科操作的色温是 5 500 K，晴天中午 12 时前后 2 小时，被认为是最佳比色时段，为 5 500～6 000 K。

2. 光谱曲线

光谱曲线用于表达光源中不同波长成分的分布，自然可见光从早到晚，不同季节和天气条件下，光谱曲线变化大。荧光灯光谱能量分布不均匀，曲线不平滑，色温为 3 500～6 500 K。白炽灯光谱曲线平滑，以红、橙、黄三色为主，缺少蓝色和紫色，色温为 2 650～3 200 K。D 光源光谱曲线平滑，与标准自然日光源十分接近，是理想的人工光源。

3. 显色指数

光源照射到物体上，反射回来或透射过去，再显示颜色的能力，称光源显色性，又叫传色性或演色性。彩色印刷、视觉质量评价等都需要真实地反映客观的颜色。这

些领域需要高显色能力的光源。显色指数用于衡量一种光源光谱的完整性，指数100是最好的比色光源，用于比色的光源显色指数要大于90，数字越大表示光线中每种颜色光越齐全，不偏色。

4. 光量

除了要求光的质以外，量也很重要，光量或称光强、照度，可以用测光表测量，光线过强或过弱都会影响色彩视觉。人视网膜中的杆细胞主要感觉光线明暗，对弱光刺激敏感，光线过强时受到抑制；锥细胞主要感觉彩色光线，在明亮而适中的光线条件下敏感，过强或过弱的光线都会破坏有彩视觉。一般牙科操作适宜光量为150～200 ft烛光。

5. 同色异谱

两个物体在一种光源下显示相同的颜色，在另一种光源下显示不同的颜色，称同色异谱现象。如果两个色样具有完全相同的光谱反射率曲线，称这两个色样的颜色为同色同谱，两者在每种光源下都显示同样的颜色；如果两个色样具有不同的光谱反射率曲线，而有相同的三刺激值，则称两个色样为同色异谱。在服装店里的灯光下看起来很搭配的衣服，走到自然光下可能显得很难看；诊室环境光下看到人造牙冠与天然牙协调，或色差可以接受，自然光下或其他光源下显得很难看的情况在临床时有发生，造成患者对修复体不满。牙科临床上消除同色异谱负面影响的有效方法是让牙修复材料与天然牙具有一致的光谱反射率曲线，现代牙科技术在寻求牙修复材料与天然牙光谱反射率曲线吻合方面已经取得很大的进步。

第二节　天然牙的颜色特征

一、天然牙的表面特征

由于牙齿是一种不均匀的半透明物质，光线照射到牙齿上除了发生反射、吸收外，还发生透射、漫反射等复杂光学现象，人眼睛看到牙齿颜色因半透性而具有立体质感，简单的色相、明度、彩度三要素还不能很好地表达牙齿的颜色，需要增加半透性表达。另外由于牙的半透性，一颗牙的背景如牙龈颜色、口腔黏膜的颜色、皮肤颜色会更多地影响牙或修复体的颜色。

天然牙的表面具有凹凸不平的微观地理学形态特征，特别是年轻人牙齿，表面磨耗少，牙表面有类似指纹样的表面纹理，不同粗糙度的表面纹理引起光线反射、折射变化，从而导致牙齿颜色特别是明度的变化。不同年龄、牙位，不同的釉质发育程度会有不同的表面粗糙度和光泽度。同一颗牙随着年龄的增长，渐渐发生磨耗，粗糙度降低，光泽度增加，因镜面反射效应使牙齿明度增加。上前牙唇面比下前牙唇面更突出，发生磨损的机会更多，同一牙弓中位置内陷牙比外凸牙较少磨耗。陶瓷打磨抛光技术正越来越多地被牙科技师采用，可以用于再现天然牙的表面纹理，使修复体呈现适当的粗糙度和光泽度。光泽度可以分类为：

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

高光泽:9/10 或 10/10

中等光泽:7/10 或 8/10

低光泽:5/10 或 6/10

检查光泽度的方法是在石膏模型或修复体上涂一层金漆,或把薄的咬合纸放在石膏模型上,用手指轻压住咬合纸擦过,牙表面纹理即可清晰显示。

二、天然牙的光学三要素——荧光性、乳光性、半透性

1. 荧光性(fluorescence)

牙齿(特别是牙本质)具有在紫外线的照射下发出可见光的特性,称荧光,荧光是一种重要的物质特性,现代牙科陶瓷中加入了稀有金属钸、铕、铯、锆、钒、铋等氧化物,让修复体产生荧光,荧光使修复体看起来和天然牙一样生动、自然,且能减少同色异谱效应。

2. 乳光性(opalescence)

指某些具有透光性的物质,对可见光谱中的短波产生散射,反射光呈淡蓝灰色、透射光呈橙红色的"宝石效应"。天然牙在直射光照射下,可见光中的蓝色波被釉质颗粒散射,白色牙齿显示淡蓝灰色外观,称蓝色乳光效应;透射光下,橙红色光穿过牙齿,牙齿呈现橙色乳光效应。荧光和乳光使天然牙具有鲜明的内在特色外观,现代牙科技术通过模仿荧光效应和乳光效应,使修复体越来越逼真。

3. 半透性 (translucence)

牙齿是一种半透明物质,从切端向牙颈部,透光性渐渐降低,一般切端透光性最高,牙齿的生动性还要通过适当透光性来表达。不同个体、不同牙位、同一个牙的不同年龄阶段透光性不同。若修复体透光性过低,外观会显得呆板无生机;若透光性过高,修复体看起来太灰暗。从美学角度选择修复材料,首先应该考虑牙齿的透光性,根据牙齿的透光性高低,选择透光性一致的修复材料。一般氧化锆和氧化铝瓷透光性较低,长石质瓷和玻璃陶瓷透光性较高。

第三节　比 色 方 法

一、视觉比色法

利用比色板,通过视觉与邻近天然牙比较,评价其色度。其优点是操作简单,简洁明了。缺点是:①天然牙复杂多变,色度空间分布很广,常用比色系统的比色片数量很有限;②人类眼睛对颜色的辨别能力有较大的个体差异,不同医师及不同的比色环境下可能产生不同的比色结果;③比色板本身有缺陷,色度空间分布范围窄,色片分布区域与天然牙不一致,各颜色间距太大。

比色板根据用途不同,分临床比色板和技工比色板,这里主要讨论临床比色板。目前常用的比色板有:16 色的 vita lumin vacuum、26 色的 vitapan 3D - master 、20

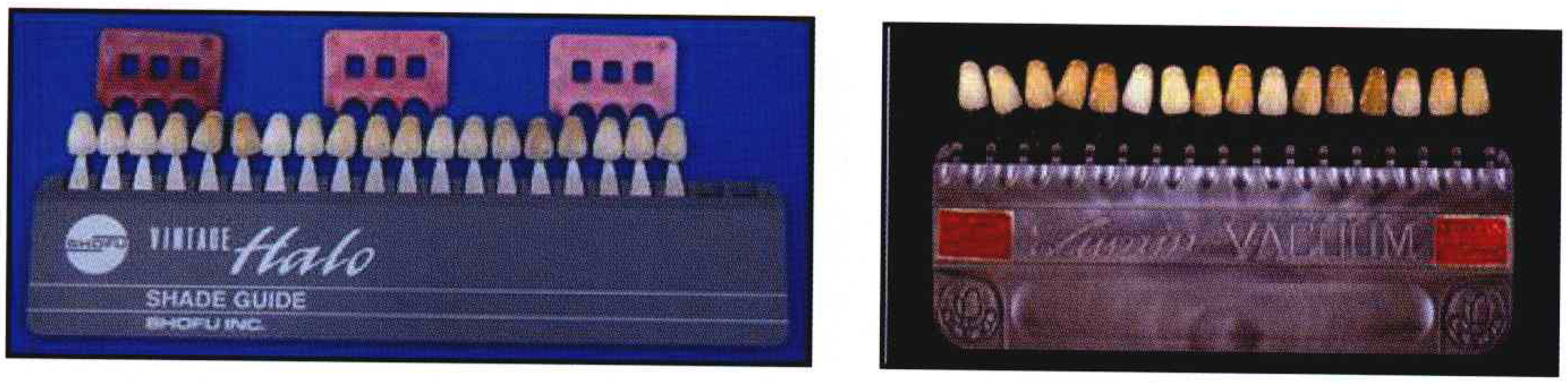
色的 ivoclar chromascop、shofu vintage halo、38 色的 shofu NCC 等比色板。根据色片排序方法不同，分色相排序比色板和明度排序比色板，色相排序比色板有：chromascop 比色板、vita lumin vacuum 比色板等；明度排序比色板有 vitapan 3D－master 比色板，见图 7－6。

1. vita lumin vacuum 比色板

共 16 个颜色，色相用字母 A、B、C、D 表示，彩度和明度合并，用数字表示，其色片分布是：

A1、A2、A3、A35、A4 红棕色
B1、B2、B3、B4 红黄色
C1、C2、C3、C4 灰色
D2、D3、D4 红灰色

这套比色板已经问世 50 多年，全世界应用最广，该比色板的缺点是色片数量太少，分布缺乏规律，能有效使用的色片更少。尽管如此，至今仍然广泛使用，主要原因之一是部分色片如(A2、A3)与天然牙具有非常好的适合性。



a　　b

图 7－6(a、b)　a. shofu vintage halo 比色板；b. vita lumin vacuum 比色板



c　　d

图 7－6(c、d)　c. vitapan 3D－master 比色板；d. chromascop 比色板

2. vitapan 3D－master 比色板

1998 年，Vita 公司推出了新一代的比色板，在全世界范围得到越来越广泛的应用。vitapan 3D－master 比色板比 Vita 16 色经典比色板色度范围广、排列更合理、更符合天然牙色度范围，共有 26 个色片，后来又增加了 3 个漂白色。颜色分部规律见表 7－1。整套比色板按明度、彩度、色相有规律地排列。每个色片名称包含三个内容，以 2L1.5 为例，左边数字“2”表示明度，中间字母“L”表示色相，右边数字“1.5”表示彩度。使用方法：①首先确定明度，去掉 L 和 R 组色片，以 M 组色片确定明度；

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

②在已经确定明度的组中选择彩度 1、2、3；③在 L、M、R 中确定色相。

表 7-1　Vita 3D 比色板分布规律

明度		1	2			3			4			5
色相		M	L	M	R	L	M	R	L	M	R	M
彩度	1	1M1	2L1.5	2M1	2R1.5	3L1.5	3M1	3R1.5	4L1.5	4M1	4R1.5	5M1
	2	1M2	2L2.5	2M2	2R2.5	3L2.5	3M2	3R2.5	4L2.5	4M2	4R2.5	5M2
	3			2M3			3M3			4M3		5M3

3. chromascop 比色板

义获嘉公司推出的色相排序比色板，用百位数字表示色相，彩度和明度合并，用十位数字表示，其色片分布见表 7-2。

表 7-2　chromascop 比色板分布规律

色相		白色	黄色	橘黄	灰色	棕色
↑	高明度	110	210	310	410	510
	低彩度	120	220	320	420	520
	低明度	130	230	330	430	530
↓	高彩度	140	240	340	440	540

二、仪器测色法

测色仪器多种多样，根据所测面积大小，分点测量装置和全牙测量装置，点测量装置只能测量牙表面一小块区域，shade eye NCC 测色仪（松风公司）和 Vita easyshade (Vident，Brea，California)属于点测量装置。spectroshade 系统（MHT 光学研究所）、shadevision 系统（X - Rite Inc.，Grand Rapids Michigan）、shadepilot (DeguDent Gmbh)和 crystaeye（Olympus）等属于全牙测量装置。根据测色原理不同，一般分 3 大类：色度计、分光光度测色仪和 RGB 装置。

1. 色度计（三刺激值测色仪）

色度计设计原理类似人眼睛感知色彩，测定色样红、绿、蓝三原色含量，获得三刺激值 X、Y、Z 或 $L^* a^* b^*$ 值。如 Shade Eye NCC 测色仪（见图 7-7），它用色度分析与数码成像结合，一定程度上显示半透明色度图像，能给出 CIE $L^* a^* b^*$ 值。



图 7-7　Shade Eye NCC 测色仪

2. 分光光度测色仪

测定试样表面多个波长光线的反射率，将测色结果数值化的同时，还能将反射率曲线化。理想的分光光度分析是把样品放在 360 度的光照条件下，由于受口腔条件的限制，在口中使用只能采用 45/0，即观察角度 0 度位，光线入射角为 45 度位；或 0/0，观察角度 0 度位，光线入射角也为 0 度位。Vita easyshade（Vident，Brea，California）、shadepilot（DeguDent Gmbh）、spectroShade（MHT，Niederhasli，Switzerland）等属于分光光度测色仪，见图 7－8。

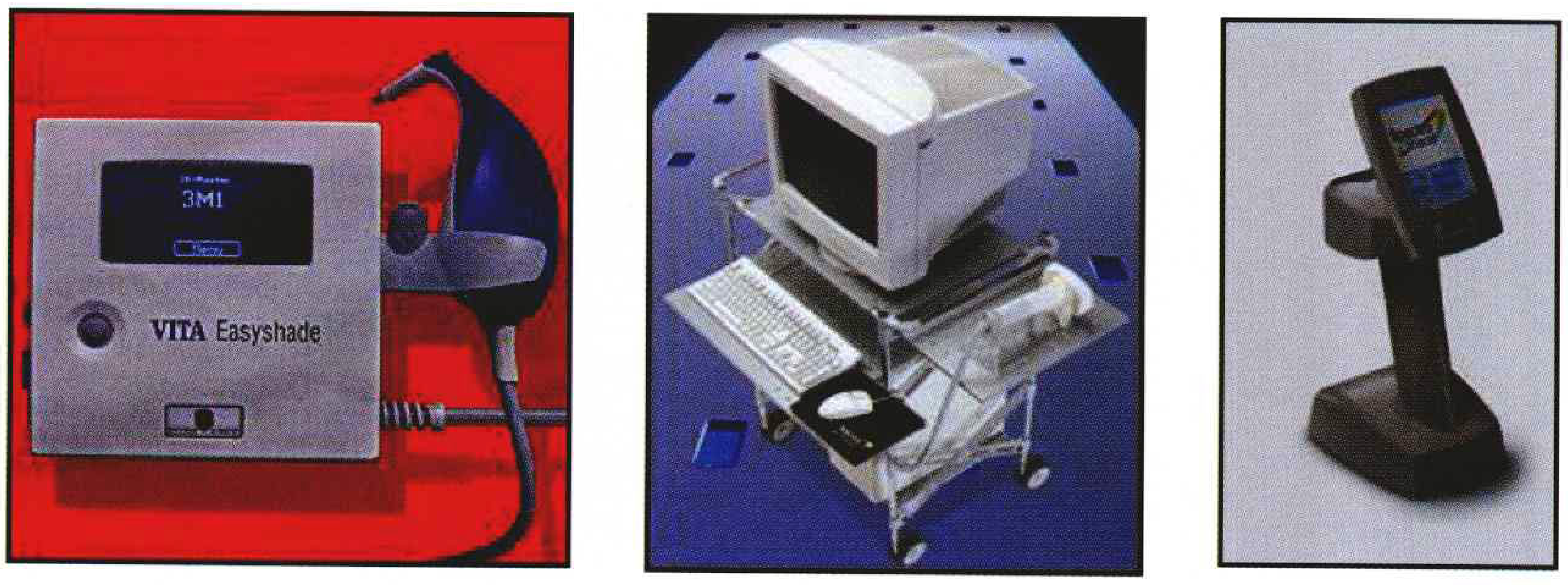


图 7－8　Vita easyshade 比色仪，spectroshade 系统，shadepilot 数字比色系统

采用仪器测色具有局限性，对牙齿三维半透明性特征复制困难，点测量仪器测试探头小，存在边缘损失效应（ddge loss effect）的缺点。天然牙、冠、比色板由不同性质的材料组成，具有不同的光散射性，仪器测色提供的比色号只能作为参考，还不能达到公式化制作，目前仪器测色的成功率只有约 50%。硬件设备和操作技术要求高也是仪器测色的缺点，不过这个领域发展非常迅速，有些系统经过升级，目前已经能够做到计算机上虚拟试戴牙（例如 shadevision 系统），这样大大提高了比色准确性，减少返工率。

三、数码照相技术

在牙科领域拍摄数码照片需要一定的基本知识，一般用微焦距镜头、侧向或环行闪光灯，把选定的比色片放在视野中一起拍摄，形成患者天然牙数码参考照片，照片能让技师获得天然牙与比色板之间的相对颜色信息的直观感受，牙齿的半透性、表面质地等信息也可以得到部分传递。随着近几年数码照相和图像处理技术的飞速发展，牙齿比色领域迎来了全新的手段，数码色彩信号经过适当的标准化，可以提高数码照片色彩信息传递的真实性。数码照片经过标准化处理，利用孟塞尔颜色系统（munsell color system）测量色彩参数色相、明度、饱和度，能够使技师在技术室的计算机屏幕上看到与患者口中实际情况非常接近的牙齿彩色图像，同时，数码照片可以通过互联网快速传递，使用方便、高效。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

四、常规比色一般步骤

1. 色彩分析

尽可能在标准光源下对患者天然牙或已经存在的修复体做颜色评估、分析，首先根据患者天然牙的半透性，确定修复体的制作材料，虽然选择哪种修复材料受很多因素影响，如：备牙空间、咬合、牙位、患者经济条件、技术室条件等，从美学角度考虑，半透性是需要优先考虑的因素之一，一般氧化锆和氧化铝全瓷半透性低，长石质瓷和玻璃陶瓷半透性高。有时患者剩余的天然牙很不好，或需要大范围的修复，这时只需要选定一个或几个颜色，更多应该考虑的因素是患者牙龈、口腔黏膜、皮肤颜色和年龄等。另外，最好根据不同的材料系统，选择相对应的比色板系统。通过与患者交流，很容易了解患者对修复体颜色的心理预期高低，临床上一般有三种类型的患者：

(1)依从医师型：多数患者愿意听从医师的专业意见。

(2)自然效果型：这类患者要求修复体与天然牙自然协调，要求复制天然牙独特的形态和颜色特征，这类患者最难修复。

(3)好莱坞效果型：希望自己的牙和银幕上的影视明星一样白，甚至不顾自身的条件，一味要求白，越白越好，对于这样的患者要细心解释，根据患者皮肤、天然牙、牙龈颜色和年龄，综合分析这种高明度、低彩度牙是否合适，修复后可能出现什么样的效果。

2. 信息传递

通过分析确定基调色，最好包括颈、中、切三个区域的比色板色号。表面纹理、光泽度、半透性等信息也应该传递给技师，把所选择的比色板和更深、更浅一级比色板与天然牙一起拍数码照片和技工单一起传递给技师。因比色板数量一般有限，很多情况下选色很牵强，所选择最接近的比色板与天然牙也存在很大色差，经验丰富的技师可以通过照片直观感受天然牙和比色板之间的差别，以便制作过程中作相应的调整。

3. 医技交流

医师对患者天然牙有直观感受，技师一般没有机会直接看到患者牙齿，对于一些疑难的比色，医师与技师互相交流讨论非常重要，若有条件，让技师亲眼看看患者牙齿是最好的。

4. 验证

最有说服力的验证是修复体放在口中试戴，一眼就能看出颜色效果。半透型好的全瓷修复体，在口腔环境中色彩效果变化很大，黏固前通过试色糊剂可以在一定范围内作颜色调整。根据试戴情况还可以作相应的调整，如降低明度、增加彩度、改变表面光泽度等，通过染色和陶瓷打磨技术做有限的修改。若色差过大，必须重新比色制作。

五、比色注意事项

(1)创造临床比色的中性环境，一般推荐灰色，诊室的天花板、墙壁、家具等最好

是灰色，诊室窗户不能用有色玻璃。患者的口红应该擦去，艳丽的衣服用灰色巾遮盖，牙齿表面的烟斑、茶垢、结石等应该去除。

(2)适合用于比色的光源最好是全光谱分布，显色指数大于90，有足够的光照度，又不能光线过强而刺眼，没有理想光源的情况下，在不同的光照条件下比色。

(3)调节椅位使患者平躺，比色光源与牙面垂直，医师位于牙椅头位正12点，视觉方向与牙面成45°夹角；或患者直立面向光源，医师面对患者，可以从不同的角度观察。

(4)最好在术前比色，医师眼睛没有疲劳，患者牙齿处于湿润状态。

(5)对比色参照牙进行分析评估，如天然牙发育是否正常、是否死髓牙、有无变色、有无充填物或修复体、牙龈颜色、透光性等。

(6)比色板与天然牙尽量靠在一起，减少比色误差。

(7)选择明度时最好眯起眼睛，距离远一点，让少量的光线进入眼睛，视网膜上的杆细胞对弱光刺激敏感，有利于明度的判断。

(8)切牙和尖牙一般要有差别，相差1～2个色阶，例如上切牙选择A2，上尖牙应该选择A3或A3、5。

(9)选定比色板与天然牙一起拍摄参考照片，传递给技师。

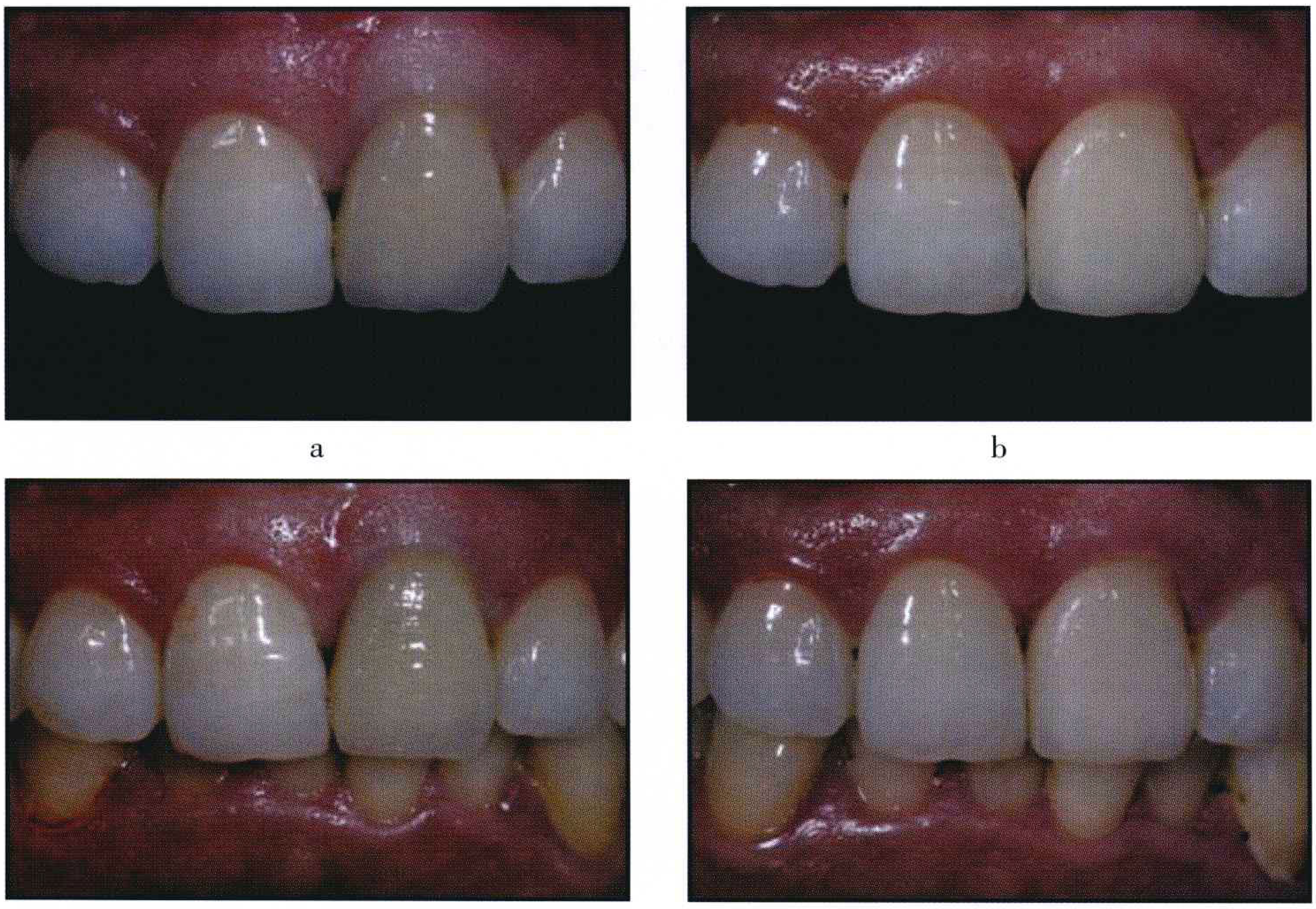
(1)有条件的采用视觉比色和仪器比色相结合，提高比色成功率。

六、未来的数字化科技比色(digital technology shade matching)

不论采用常规的视觉比色方法，还是使用仪器比色，目标都一样，主要是确定一个或数个比色板号，一个比色板号后面代表相应固定的瓷粉配方。由于比色板本身数量、比色板与天然牙色度空间适合性等原因，临床很多情况下选色很勉强，所选择最接近的比色板与天然牙也存在很大色差，或者似乎几个颜色都可以用，却都有较大的色差，只是引起色差的方向不一样。总而言之，临床很多情况下不是比色不准确的问题，而是根本就没有合适的比色板颜色。即使选对了比色板，技师制作出的修复体与比色板之间也可能存在一定的色差，色差的大小主要取决于技师的水平、修复体空间和材料的性能等。天然牙、比色板和修复体三种不同的物质，本身具有不同的光谱反射特性，要复制出与天然牙颜色协调的修复体，又必须通过中介机构——比色板，经过两次可能产生较大色差的环节(天然牙→比色板和比色板→修复体)，因此获得一个颜色准确的修复体并不容易。使用现代科技手段，通过数字化方法控制上述两个环节色差值，可以大大减少修复体与天然牙的色差。如图7-9a、c为采用常规比色板比色制作出的全瓷修复体，b、d为采用数码比色技术制作的全瓷修复体。

spectroshade系统是世界上设计最复杂、最笨重、最昂贵、最先进的比色系统，具有数码成像与分光光度分析功能，能给出两副图像的色差，并进行复杂图像处理。spectroshade系统的升级产品spectroshade micro(图7-10)设计小巧无绳化，功能强大，分光光度测量范围400～720nm，测量步长10nm，双45°照明，0度位测试，主要使用步骤和功能如下：

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



a b c d

图 7-9　不同的比色方法制作出的全瓷冠效果

(1)每次开机需要在标准白板和绿板上做黑白和彩色标准化(图 7-10),仪器能自动提示控制测色角度。



图 7-10　spectroshade micro 系统

(2)测色后形成数码图像,先选择比色板系统,简单的点击可直接给出比色号,可选全牙单一比色号,或分颈、中、切三区域比色,还能给出明度、半透型、色度地图和色差等信息,见图 7-11。

(3)根据天然牙和选定比色板的色差大小和色差来源,提供多种更详细的复制瓷粉配方:

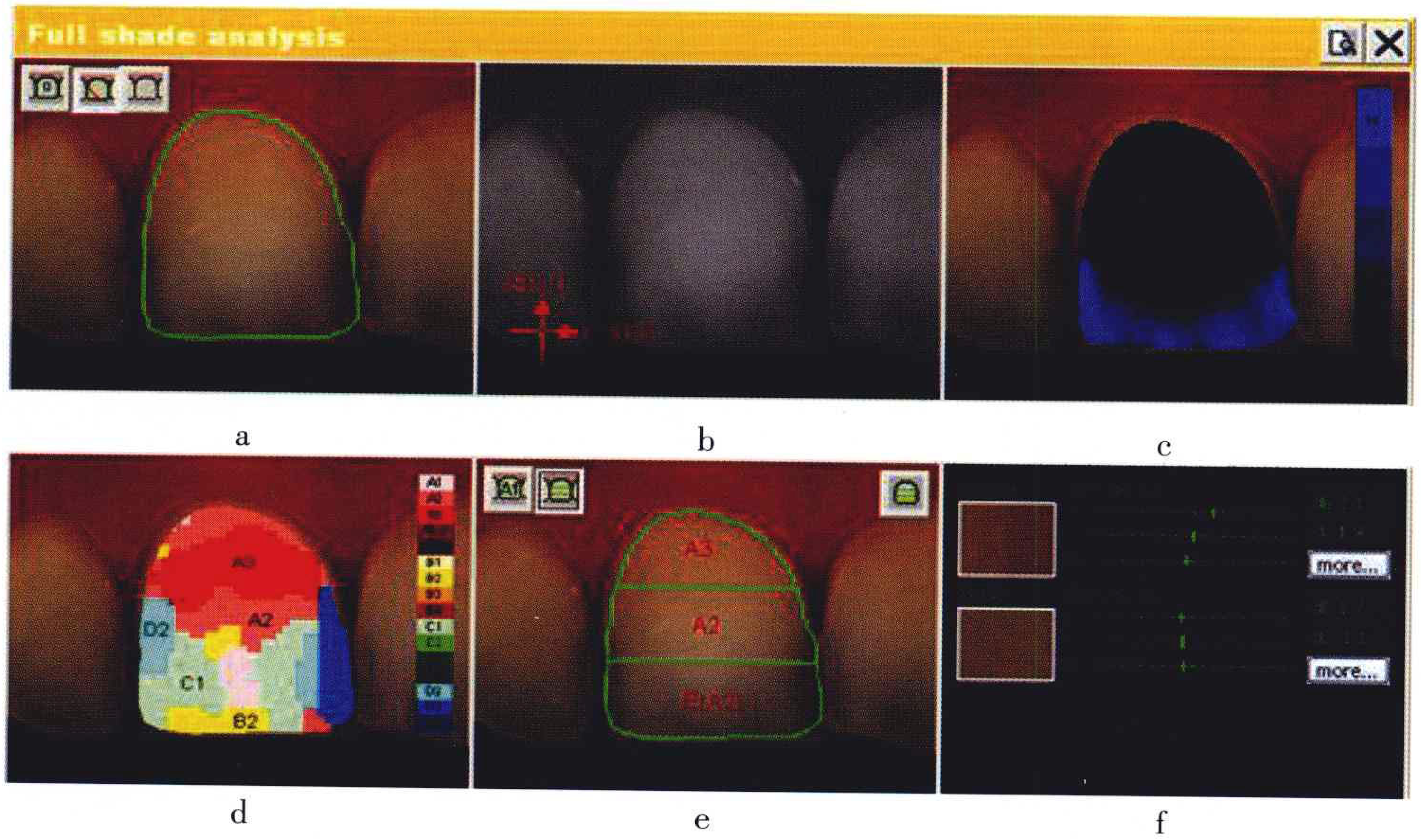


图 7－11　a. 图中绿色线表示目标比色牙的边界范围，可以自动生成，也可以人工调整；b. 显示明度；c. 显示牙齿透明度；d. 显示详细的色度地图；e. 显示比色号，可以全牙单一比色号，也可以分颈、中、切三区域比色；f. 显示所选定比色号与目标比色牙之间的色差，点击“more”按钮，弹出更详细的色差信息

①根据最小总色差 ΔE 选择牙本质瓷，根据最小明度差 ΔL 选择釉质瓷。

②根据最小明度差 ΔL 选择牙本质瓷，但需要技师凭经验调整彩度。

③混合瓷粉确定牙本质瓷，根据最小总色差 ΔE 选择釉质瓷。

比色目的是测量颜色，但更重要的是比较两个相似颜色并确立色差，天然牙与比色板之间的总色差 ΔE 没有方向性，它包含明度差、彩度差和色相差，其中明度差最重要，色相差最不重要。临床一般情况下：①ΔE＝0～2，属于理想情况；②ΔE＝2～4，同时 ΔL＜1.0 时属于较好情况；③明度色差 ΔL＞1.0 时肉眼可见；④ΔE＞4 是不能接受的，特别是同时 ΔL＞1.0 更不能接受。

（4）瓷修复体制作完成后，需放在特制的配套暗盒里，用 spectroshade micro 测色（技术室也需要配备仪器），与原天然牙图片比较，在技术室进行数字化色差验证，这样可以大大减少返工次数，这个功能需要待比较的两幅图中牙齿轮廓大小接近，且色差不能过大。不过最后的验证还是要把修复体戴在患者口中，凭肉眼确认。

参 考 文 献

[1] Paravina RD. Evaluation of a newly developed visual shade－matching apparatus[J]. Int J Prosthodont, 2002, 15: 528.

[2] Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching[J]. Dent Clin North Am, 2004, 48: 341.

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

[3] Schropp L. Shade matching assisted by digital photography and computer software[J]. J Prosthodont,2009,18:235.
[4] Cal E,Sonugelen M,Guneri P et al. Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides[J]. J Oral Rehabil,2004,31:483.
[5] Kenneth A. King,Waldemar G Variations of L* a* b*. Values among Vitapan ® Classical Shade Guides[J]. J Prosthodont,2007,6:352.
[6] Baltzer A,Kaufmann-Jinoian V. Shading of ceramic crowns using digital tooth shade matching devices[J]. Int J Comput Dent,2005,8:129.
[7] Da Silva JD,Park SE,Weber HP,et al. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction[J]. J Prosthet Dent,2008,99:361.
[8] Wee AG,Lindsey DT,Kuo S,et al. Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry[J]. Dent Mater,2006,22:553.

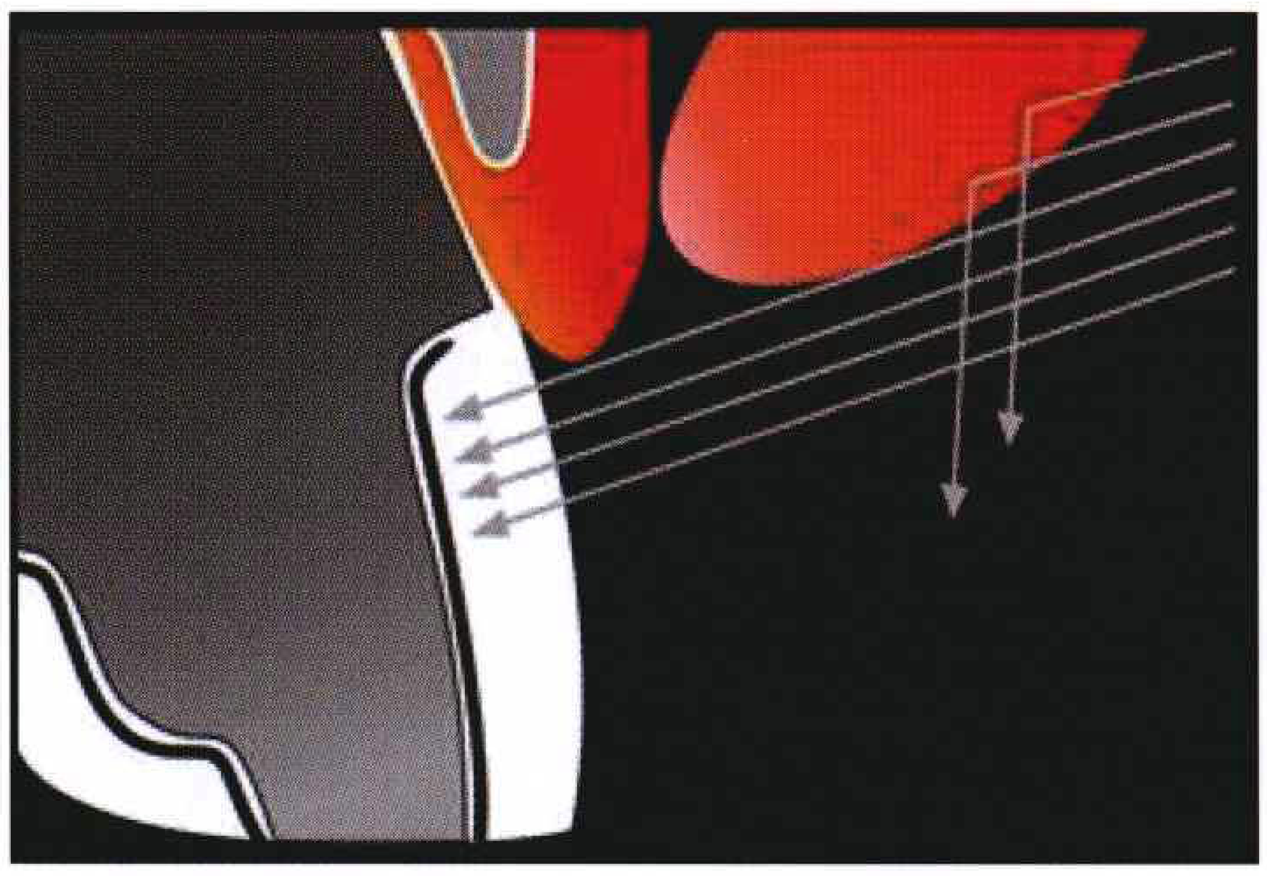
第八章　陶瓷材料及性能

第一节　概　　述

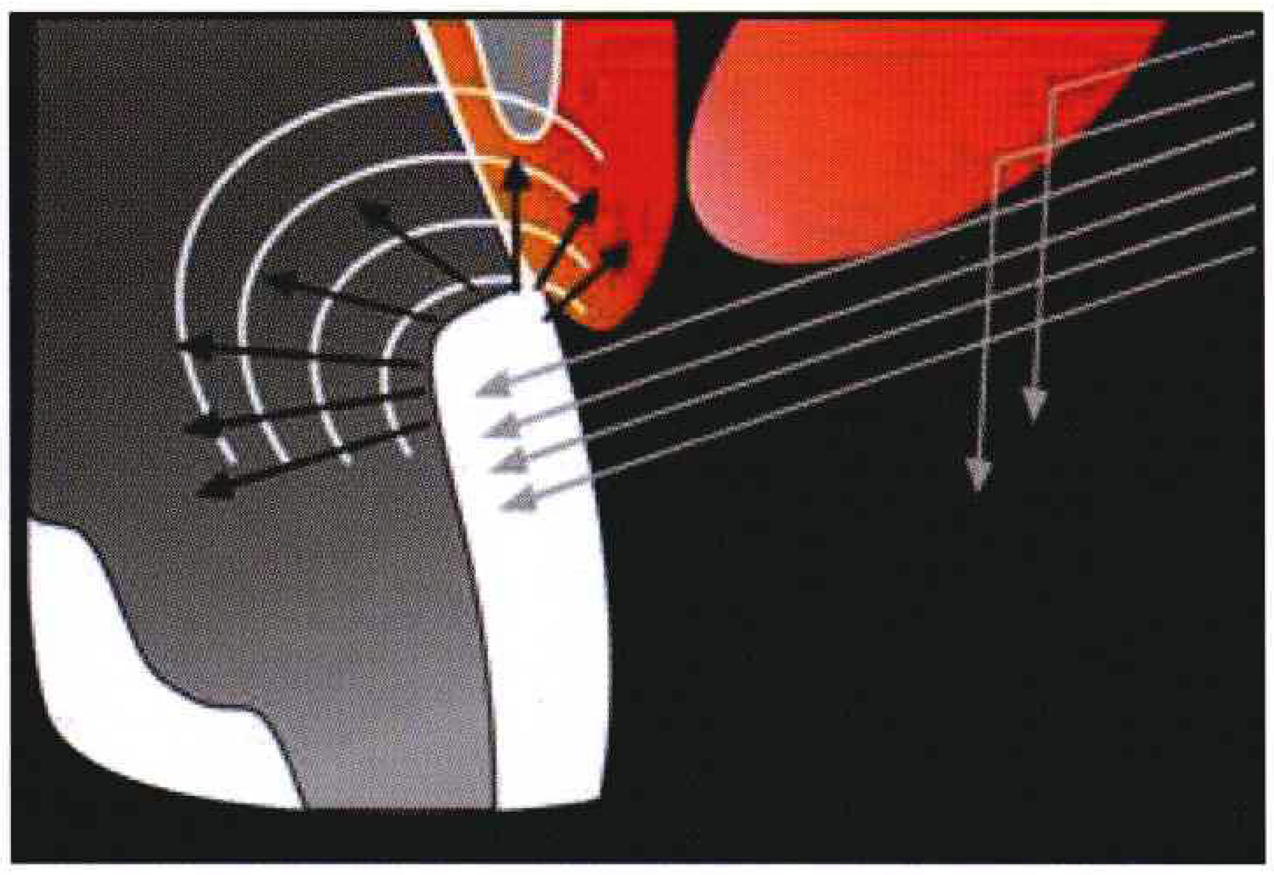
陶瓷(ceramics)泛指由无机非金属材料经过高温处理后形成的多晶聚集体。据出土的古陶瓷文物分析，陶瓷的历史可以追溯到九千年以前。早期的陶瓷只是陶器(pottery)，人们用泥土做原料，以树木燃烧获得高温，使之烧结成型，得到具有一定强度、多孔和透气性的制品。随着含铝成分较高的瓷土及高岭土原料的应用、高温技术的发展和釉的发明，出现了陶器到瓷器的第一个阶段。在中国出现了著名的唐三彩和邢窑白釉瓷。进入20世纪，出现了一系列不同于硅酸盐化合物的陶瓷材料，如以氧化物、氮化物、硅化物、硼化物等制成的陶瓷材料，进而由传统发展到先进陶瓷。这一阶段的先进陶瓷无论从原料、显微结构中体现的晶粒、晶界、气孔、缺陷等，在尺度上都处于微米级水平，因此，又称为微米先进陶瓷(advanced ceramic)或精细陶瓷(fine ceramics)。牙科陶瓷的发展正是伴随着工业陶瓷技术的发展而逐渐走向成熟的。目前，应用于牙科领域的陶瓷材料主要有三种类型：①应用于义齿的成品瓷，它是由长石、黏土、方石英等混合物经过高温处理而制成；②金属表面烤瓷，它是由钾长石和玻璃的混合物经烧结并能熔附在金属表面的饰瓷；③全瓷修复材料。

陶瓷作为口腔修复材料具有极佳的生物相容性、优良的耐腐蚀性和高度耐磨损性，尤其他独特的美学性能是金属材料和其他高分子材料无法比拟的。1903年，Land采用强度相对较低的长石瓷(feldspar)制作了第一个应用于临床的全瓷冠，然而，由于瓷的脆性和强度的不足，限制了临床的使用。1962年，Weinstein等发明了瓷熔附金属技术(porcelain-fused to metal)，将金属基底结构的强度和瓷的美学性能有机地结合在一起，制作出具有一定美学效果的金瓷修复体。目前，这一成熟的技术已在口腔临床修复体的制作中得到了广泛的应用。然而，由于瓷熔附金属修复体的其基底结构是不透光的金属，光线不能在基底结构中传导，直接影响了饰瓷的半透明性(translucent)，如图8-1所示，使制作的修复体缺乏天然牙的“活力”(active)。同时，烤瓷合金中的金属离子不但能使瓷修复体发生褪色，而且部分患者对金属有过敏反应。这些因素的存在促使了不需金属底结构的全瓷系统的研制。图8-2显示了患者戴用制作不良的镍铬合金烤瓷牙2年后，牙龈着色严重并经牙周科医师切除部分着色牙龈后余留牙龈的情况。在余留牙龈黑线部位，用组织剪取部分牙龈进行

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



a



b

图 8-1　a. 光线在烤瓷冠基底的金属表面被吸收，不能传导到牙齿内部，形成透射、漫散射，使得牙齿显得缺乏活力；b. 全瓷冠可以透过入射光光线，并能混合来自唇部和牙龈的颜色，使得半透性较好的全瓷冠看起来和天然牙很相似

HE 组织学染色分析，可见棘细胞层下，有大量的色素颗粒存在（见图 8-3）。同一组织不同部位的 SEM 电镜和能谱分析表明，牙龈上皮层内含有金属镍和铬（见图 8-4），在固有层的颗粒中含有大量的硅和少量的镍（见图 8-5）。

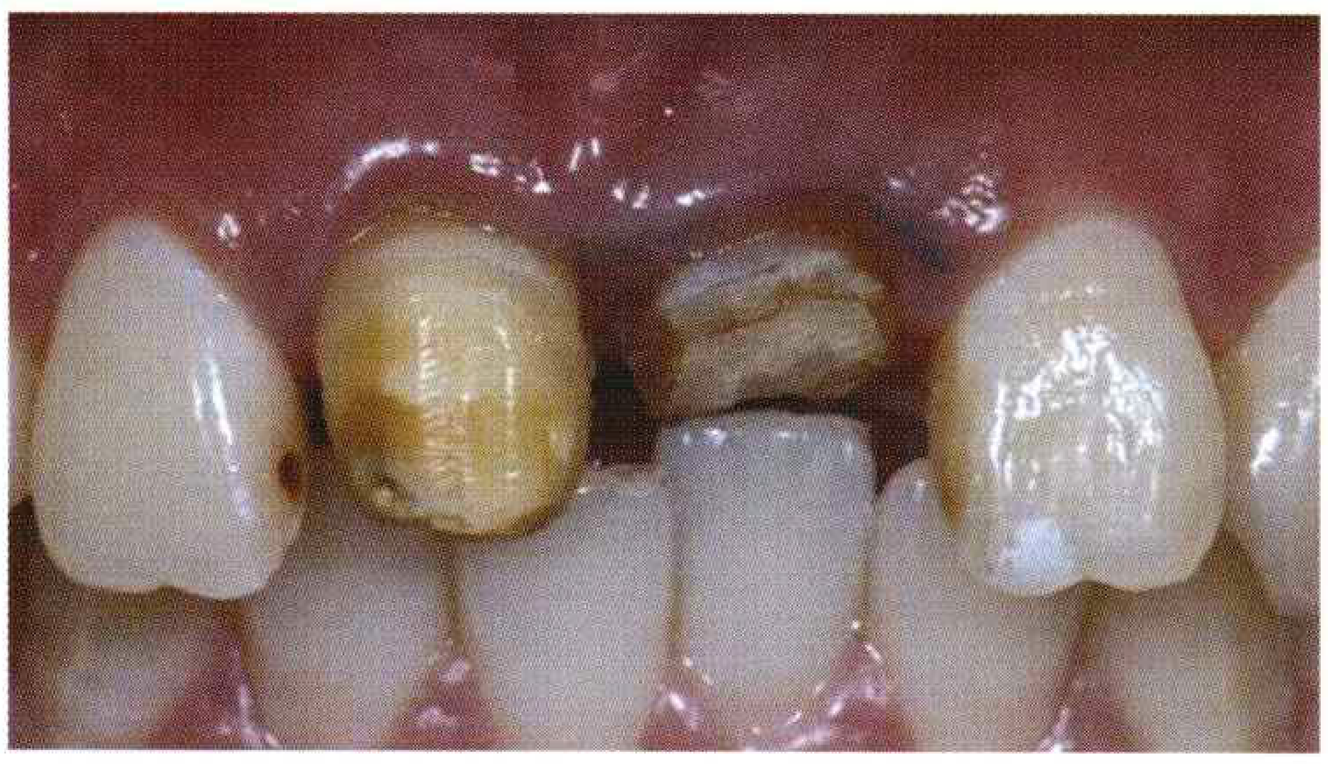


图 8-2　不良的镍铬合金烤瓷冠修复 2 年后，导致牙龈着色现象



图 8-3　取着色部位的牙龈上皮，进行 HE 染色分析，可见棘细胞层下方有大量的黑色素颗粒

Element	Wt %
C K	50.63
N K	09.39
O K	15.74
AuM	17.43
CrK	01.34
NiK	05.46

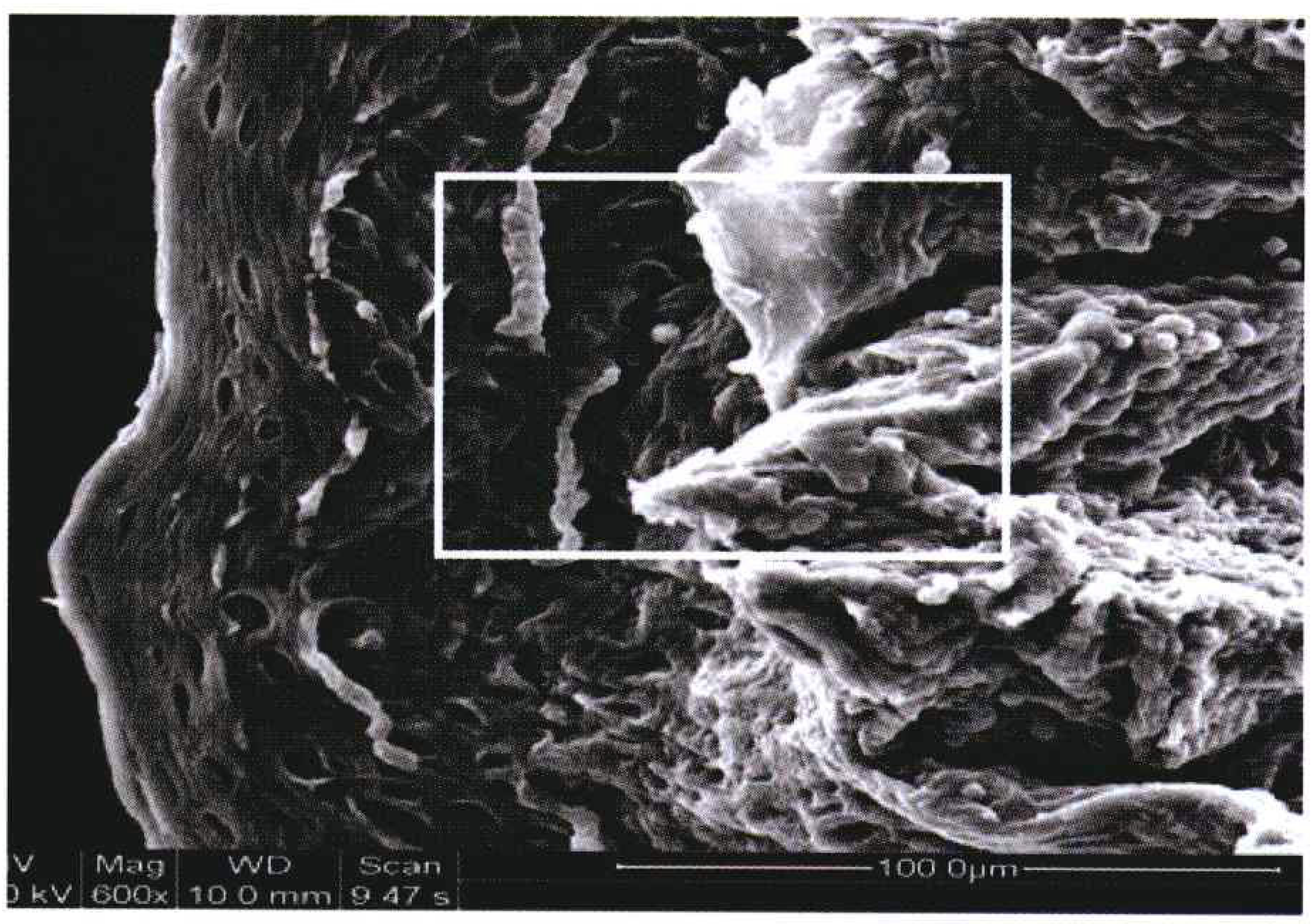


图 8-4　在 SEM 下取中间部分组织（方框内）作 EDS 分析，显示组织中含有金属镍(Ni)和铬(Cr)

Element	Wt %
C K	21.00
N K	31.05
O K	01.55
AuM	31.92
CrK	14.48

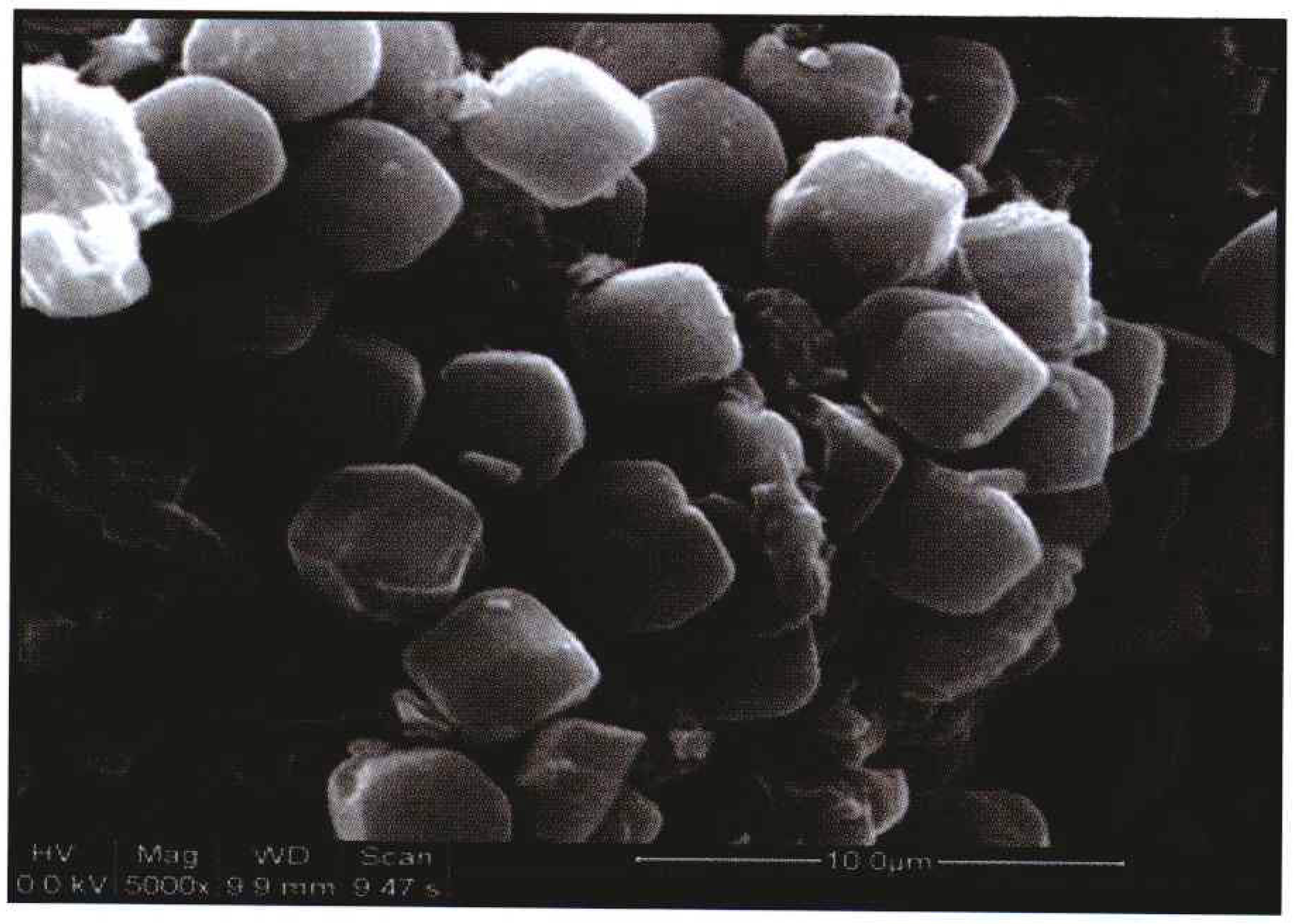


图 8-5　将上皮下颗粒放大，可见其大小为 3～4μm，呈团聚状分布。EDS 分析这些颗粒成分中含有硅(Si)，且组织内仍含有少量的镍

1965 年 Mclean 和 Hughes 研制了氧化铝增强的牙科瓷材料，并应用于临床。20 世纪 80 年代初，无收缩全瓷冠系统和 Dicor 可铸造陶瓷系统的应用，进一步改善了口腔修复体的美学性能。近十年来，人们采用了多种方法增韧和强化牙科用陶瓷材料，使其强度和韧性得到了很大提高。目前的牙科陶瓷材料不但可以制作嵌体、贴面，而且可以制作出色泽类似于天然牙的全瓷冠、桥。这些制作全冠的陶瓷材料，按其组成可以分为：①玻璃陶瓷(glass ceramics)；②高铝瓷(high alumina ceramics)；③白榴石晶体增强的长石瓷(geldspathic ceramics with crystalline leucite)；④氧化锆陶瓷。按制作技术不同，可分为：①常规粉浆瓷(conventional powder - slurry ceramics)；②铸造陶瓷(castable ceramics)；③可切削陶瓷(machinable ceramics)；④热压陶瓷(hot pressable ceramics)；⑤渗透陶瓷(infiltrated ceramics)。伴随着高强度新型牙科陶瓷材料的研制成功和精密制作技术的应用，有效地降低了全瓷修复体的临床失败率，促进了全瓷修复系统的临床应用。

第二节　临床常用的全瓷修复材料

一、白榴石晶体增强的长石瓷

长石瓷(feldspathic ceramics)是以天然的钠长石($Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$)或钾长石($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$)为主要原料，并与石英($SiO_2$)、矾土($Al_2O_3$)、硼砂($B_2O_3$)及少量的着色剂等成分混合烧制而成的陶瓷材料。长石瓷是牙科陶瓷修复体制作中使用最早的材料，它具有独特的美学性能，是氧化锆陶瓷和高铝瓷无法比拟的。但由于其强度太低，作为全瓷冠、桥的修复材料一直受到限制。1989 年，Katz 首先发明了用白榴石增强的牙科长石瓷。随后，商业化用的白榴石晶体增强的长石瓷研制成功，

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

如 Optec HSP。这种材料含有 41%的白榴石($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$),其弯曲强度是普通长石瓷的 2 倍,达到 137 MPa,且具有良好的透光性。它已用作前牙牙冠和其他核瓷的饰瓷材料。IPS-Empress 瓷也是一种含白榴石晶体的长石瓷(见图 8-6),含白榴石晶体达 41.3%,其强度的改善是通过热压制作工艺和随后烧结过程中的白榴石晶体含量增加所致,三点弯曲法(three-point bending)测得的强度为 182 MPa,压痕法(indentation measurement)测试的断裂韧性为 1.62 $MPam^{1/2}$。

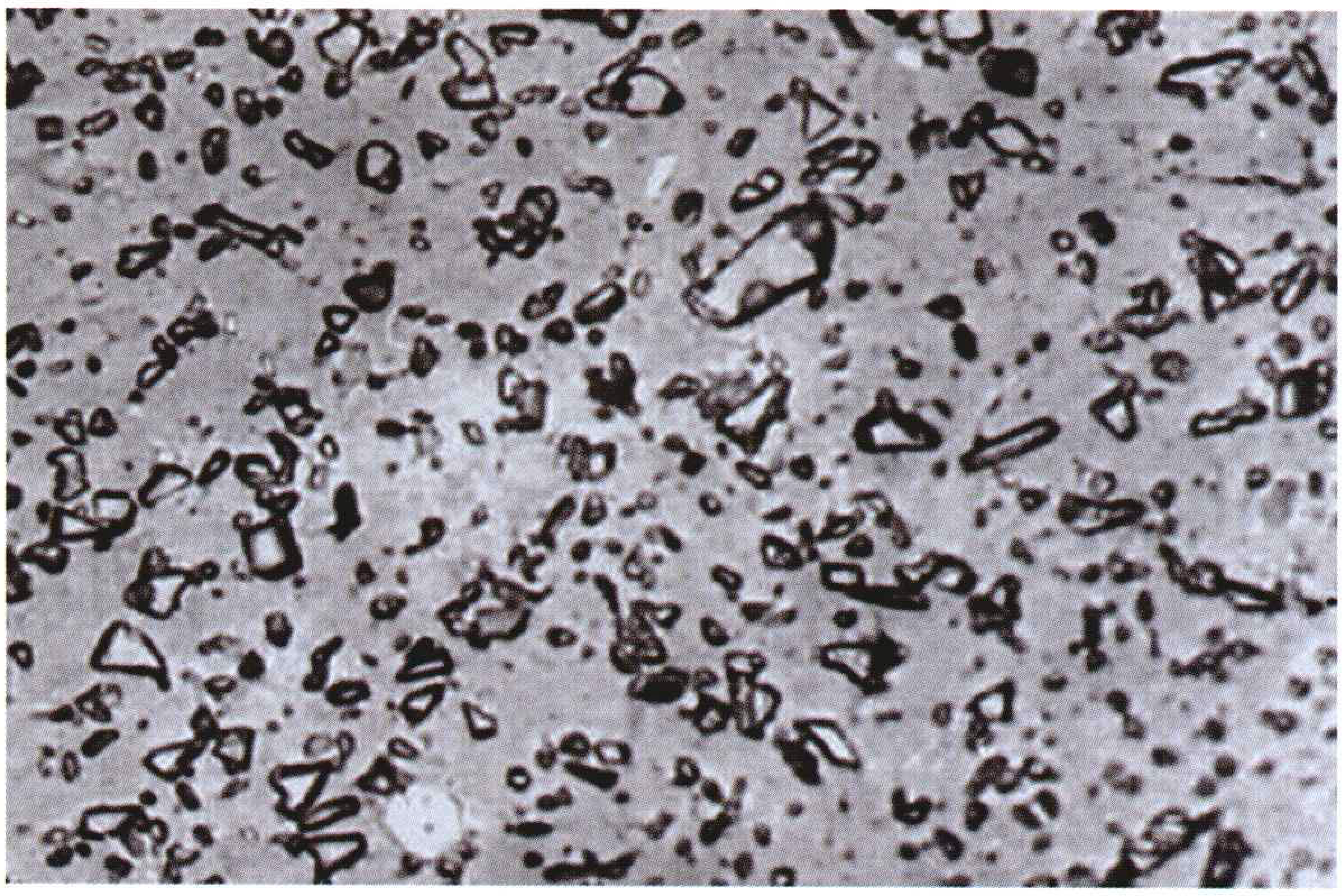


图 8-6 金相显微镜显示 Vita mark Ⅱ 长石瓷在酸蚀 20 s 后被侵蚀而暴露出的晶体

二、玻璃陶瓷

玻璃陶瓷是一种可以形成像玻璃一样预期形状的材料,通过受控结晶而制成。这类材料是由大比例的(典型的为 95%~98%)微小晶体(通常小于 1 μm)和少量残余玻璃相所组成的无机复合体。玻璃陶瓷和普通陶瓷相比有很多优点,首先是成型容易,制品致密无空隙。其次是能获得特殊的物理、化学性能和优良的机械性能,如微晶玻璃陶瓷具有良好的透光性和切削性能,且强度好、韧性高,抗磨损性强。

获得玻璃陶瓷的关键性一步是晶化处理。当玻璃中加入少量的 Ag、Pt、P_2O_5、TiO_2 等金属或金属氧化物作为成核剂时,通过一定的热处理后在玻璃中就有极细微的晶体析出。玻璃陶瓷的热处理一般分为成核阶段和晶体生长阶段。为了保证在玻璃中均匀生长出大量微小晶体而不是少量的粗大晶体,形成有效的成核作用,必须对成核温度和时间加以适当控制。成核温度一般比玻璃的退火温度高 50℃。当成核阶段完成后,晶体的生长温度要尽可能高一些,当温度逐渐接近主晶相的液相线时,结晶的速度会大大加快,但此时要防止玻璃相的变形。20 世纪 80 年代中期,登士柏公司和康宁公司共同合作首先推出了商品名为 Dicor 的可铸造玻璃陶瓷材料。主要成分为:56~64% SiO_2、15~20% MgO、12~18% K_2O、49% F、0.5% ZrO_2,属于 SiO_2-MgO-K_2O-F 陶瓷系统。含有 45%的玻璃基质和 55%的四硅氟云母晶体,

具有良好的可切削性能。其弯曲强度为 115～130 MPa，杨氏模量为 69.8 MPa，断裂韧性为 1.31 $MPam^{1/2}$。日本人也同时研制出一种类似于 Dicor 制作方法的玻璃陶瓷材料。但在晶化过程中的产物是在玻璃基质中形成羟基磷灰石，而不是像 Dicor 瓷在晶化过程中形成云母。1988 年 Hata 报道了一种新的可铸造玻璃陶瓷材料 olympus castable ceramics（OCC）。其主要成分为 48.6% SiO_2、21.3% MgO、14.3% Al_2O_3、4.1% Na_2O 和 2% ZrO_2 等。其结构为 $NaMg_3(Si_3AlO_{10})F_2$ 云母，强度是常规牙科瓷的 2～4 倍。1998 年 Ivoclar 公司推出了新一代高强度热压铸造玻璃陶瓷 IPS Empress 2 。X 线衍射（图 8－7）显示这种陶瓷材料中含有 60%～70% 的二硅酸锂和正磷酸锂晶体，三点弯曲强度大于 300 MPa，断裂韧性为 3.1 $MPam^{1/2}$。2005 年 Ivoclar 公司又推出了铸造性能和力学性能更加优良的改进型热压铸造玻璃陶瓷 IPS e.max。图 8－8 扫描电镜显示了二硅酸锂陶瓷在酸蚀 20 s 后的显微结构，相互交错的三维网络状晶体结构是陶瓷强度增加的主要因素。图 8－9 显示了预制裂纹在二硅酸锂玻璃陶瓷表面扩展的情况，裂纹在扩展过程中出现了偏转和弯曲现象。

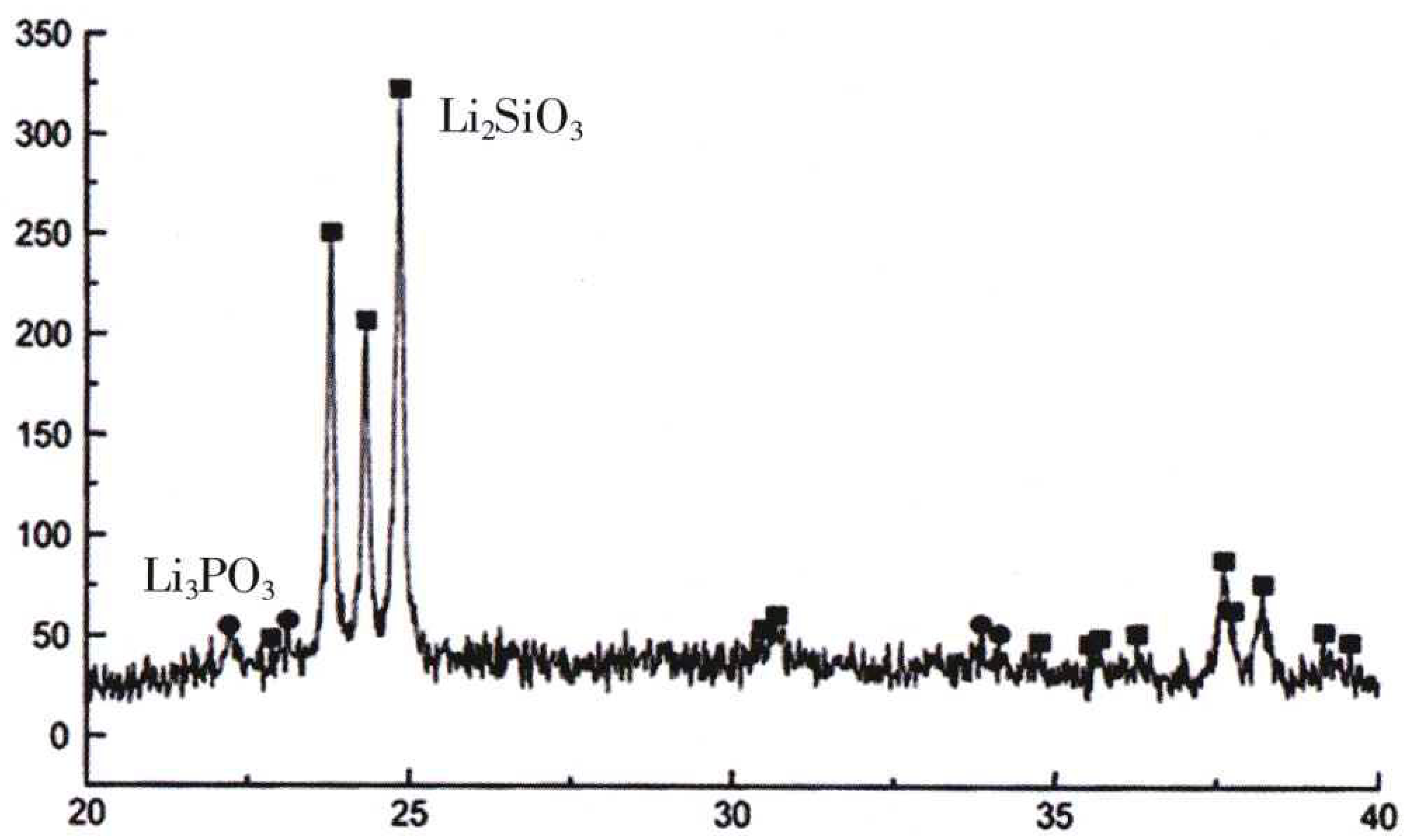


图 8－7　X 线衍射显示在 IPS－Empress 2 玻璃陶瓷中主要含有二硅酸锂晶体和正磷酸锂晶体

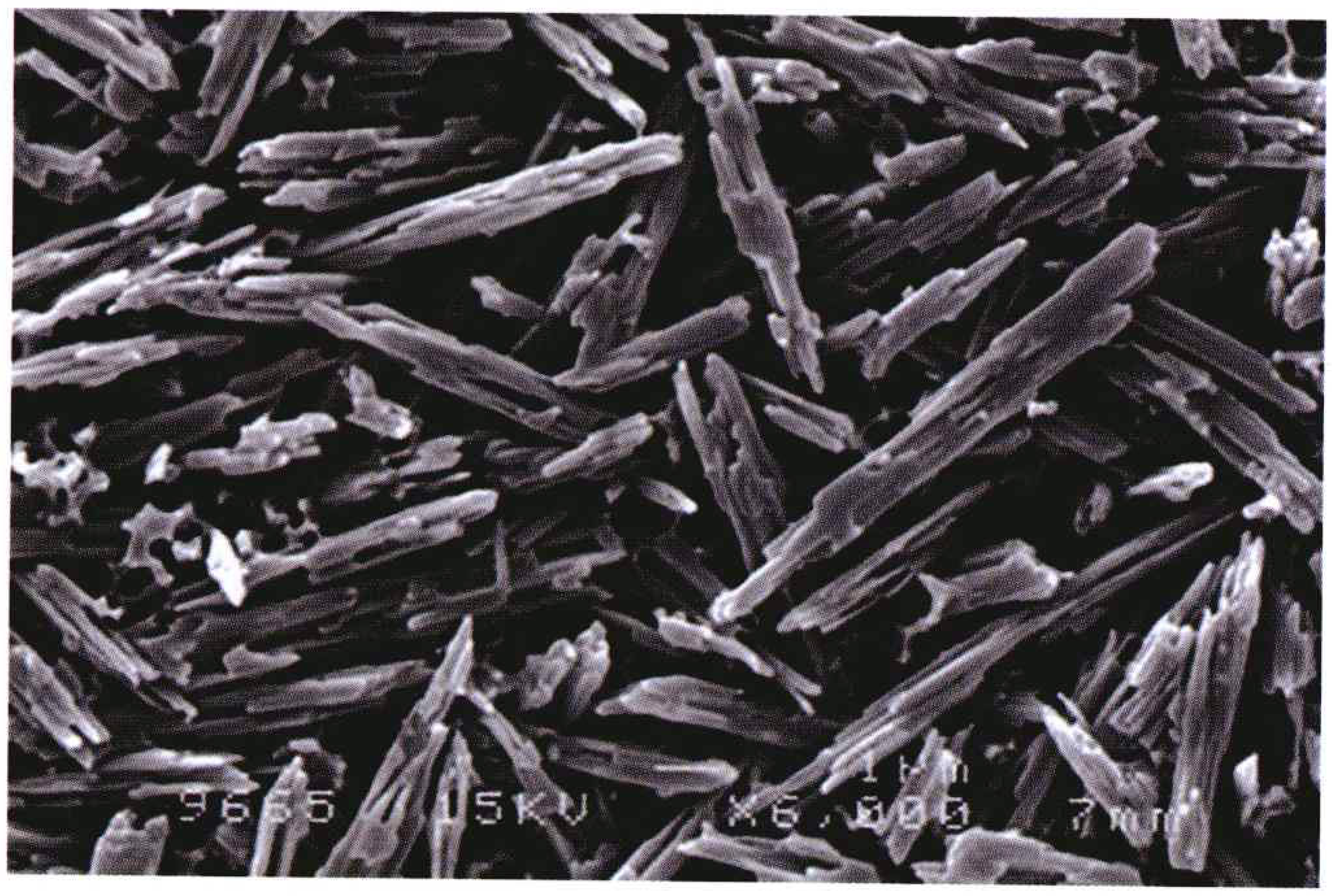


图 8－8　扫描电镜显示 IPS e.max 玻璃陶瓷在酸蚀 20s 后暴露出的晶体相结构

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

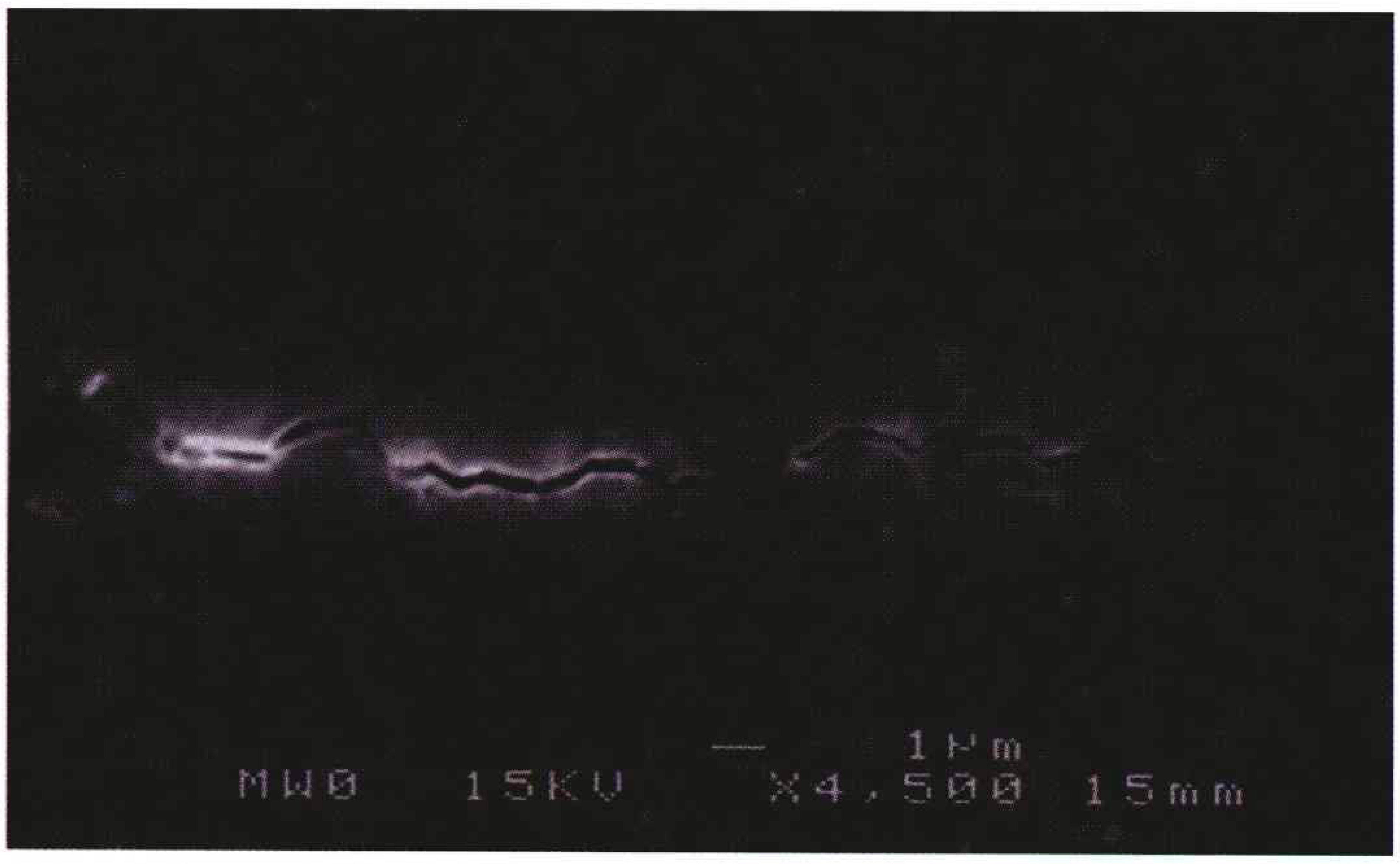


图 8－9 显示裂纹在 empress 2 玻璃陶瓷内的扩展情况，出现了裂纹偏转和弯曲现象

三、高铝瓷材料

高铝瓷材料是氧化铝含量超过 50％的一类陶瓷材料。Hi－ceram 是较早使用的牙科高铝瓷，弯曲强度达 140～180 MPa。然而，由于这种瓷中氧化铝的纯度低，烧结后晶体间存在大量的气孔，使得光线传导受到限制，影响了美观。1990 年，Clause 采用高纯度(＞99.6％)、细颗粒(3 μm 左右)的氧化铝制成注浆，涂塑到牙模的石膏代型上，经 1 100℃部分烧结后，形成多孔的氧化铝核瓷冠。然后，用镧硼硅玻璃进行渗透，制作了高强度的氧化铝-玻璃复合体，其弯曲强度达到 446 MPa，断裂韧性达 4.49 $MPam^{1/2}$。1993 年 Andersson 报道了用 100％高纯度氧化铝材料(procera Allceram)制作全瓷冠，这种材料的弯曲强度高达 687 MPa，断裂韧性为 4.48 $MPam^{1/2}$。1998 年，笔者等人在国内率先研制出为牙科 CAD/CAM 加工用的半烧结预成氧化铝块体(partially sintered alumina block)。当氧化铝坯体经过 1 400℃ 2 h 的高温烧结后形成了一个连续开孔的氧化铝刚性骨架。此时，部分烧结的氧化铝中含有约 30％的气孔存在，强度和韧性均较低，其显微结构如图 8－10a 所示。第二次在 1 150℃～1 200℃具有玻璃活性液体的烧结过程中，熔融的玻璃液体在毛细管作用下填满了部分烧结氧化铝骨架中的孔隙，提高了强度。同时，由于氧化铝颗粒之间表面接触(surface contact)和颈部生长(neck growth)形成了刚性网状骨架，使得氧化铝颗粒之间并不发生移动，在熔融玻璃液体渗透过程中保持净尺寸。Hornberger 研究表明镧硼硅玻璃对氧化铝颗粒之间的润湿角(wetting angle)为 35°，因此，这种玻璃对氧化铝颗粒有良好的润湿性能。玻璃液体润湿氧化铝颗粒表面，使部分烧结氧化铝致密化的驱动力来自氧化铝颗粒间液相的毛细管压力。当液相润湿固体颗粒时，颗粒间的每一空隙都变成了毛细管。在这毛细管内产生了巨大的毛细管压力，这种毛细管压力使得玻璃持续地向氧化铝基体内渗透，如图 8－10b。同时，部分烧结氧化铝基体中存在的亚微小级超细颗粒，此时熔解在玻璃中，而较大的颗粒成长中呈现溶解-沉析的动力学过程。但由于存在的液相体积足以填满部分

烧结氧化铝结构中的全部空隙，渗透过程则可导致完全致密化，而不致形成氧化铝玻璃复合体发生收缩，同时氧化铝晶相和玻璃相都保持着自己的显微特性，形成了一个连续渗透相的复合材料，如图 8-11 所显示的玻璃渗透陶瓷的显微结构。尽管这类牙科陶瓷材料有较高的强度，但由于美学性能较差，一般只作为全瓷冠的基底结构材料。

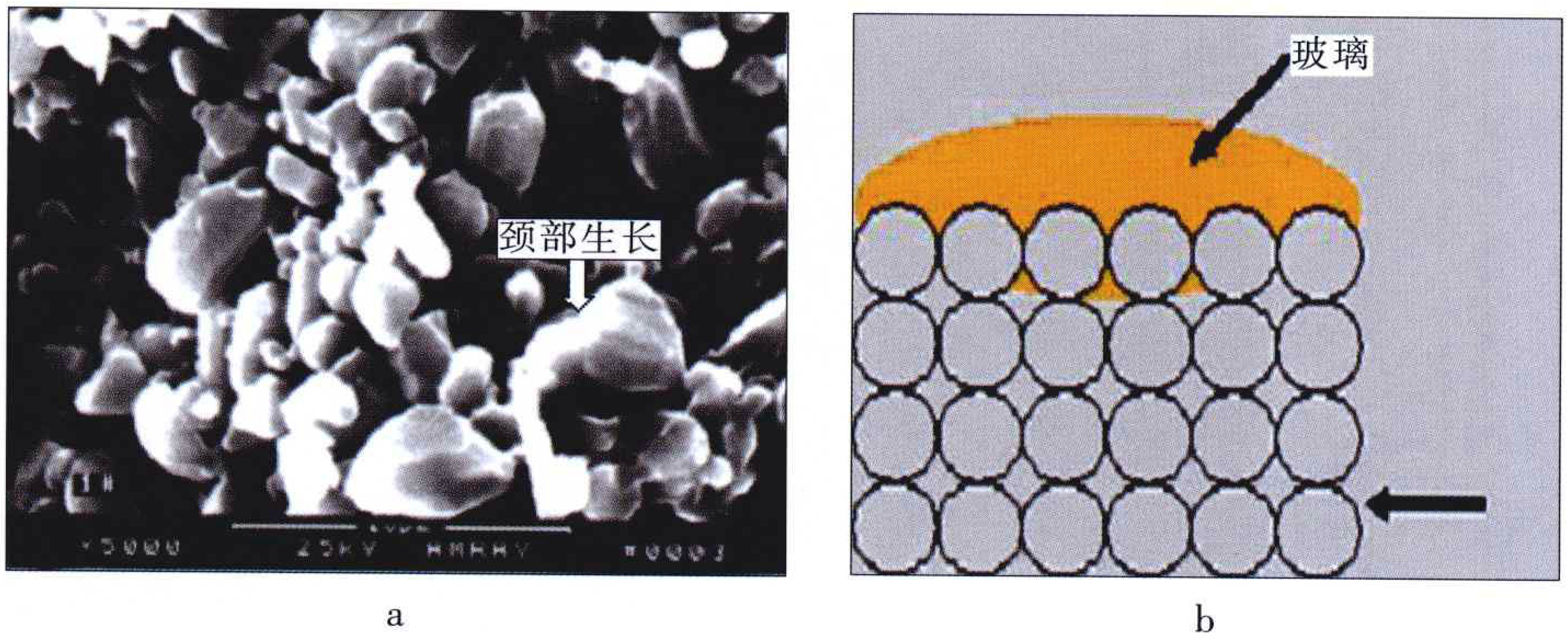


图 8-10　a. 扫描电镜显示部分烧结氧化铝多孔的骨架结构；b. 显示熔融玻璃渗透氧化铝过程的示意图

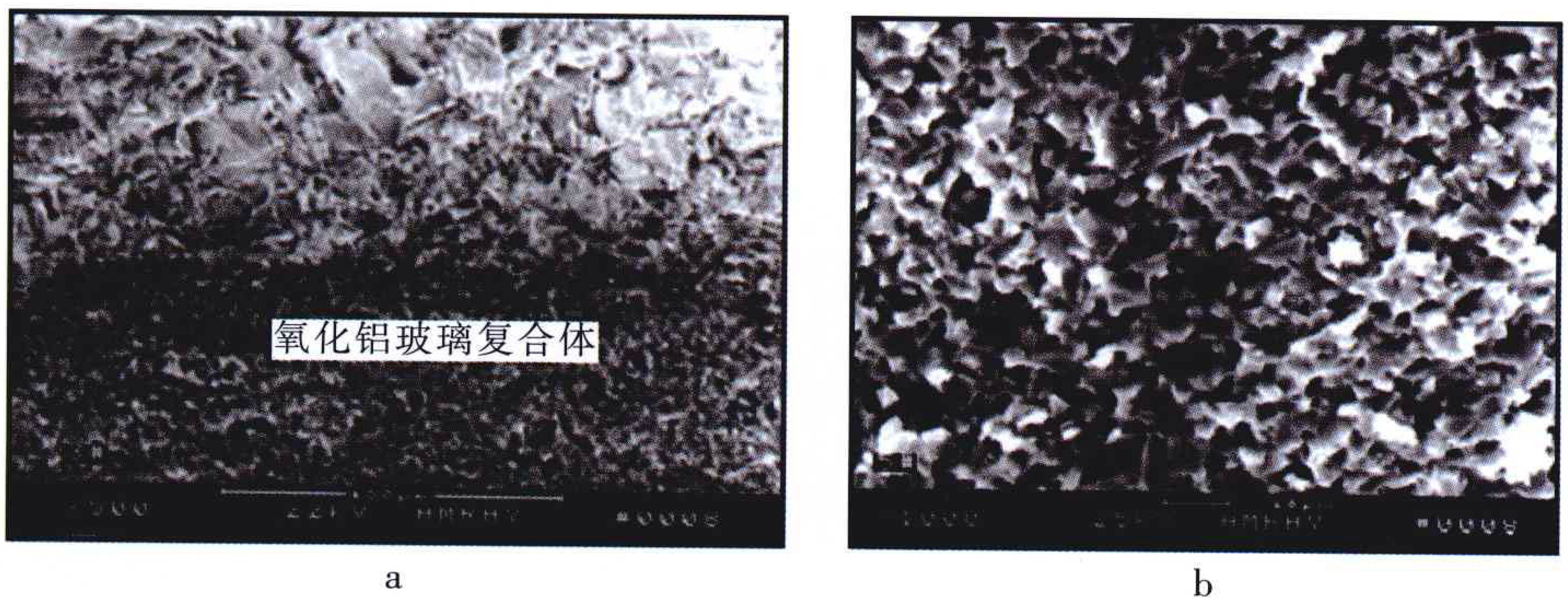


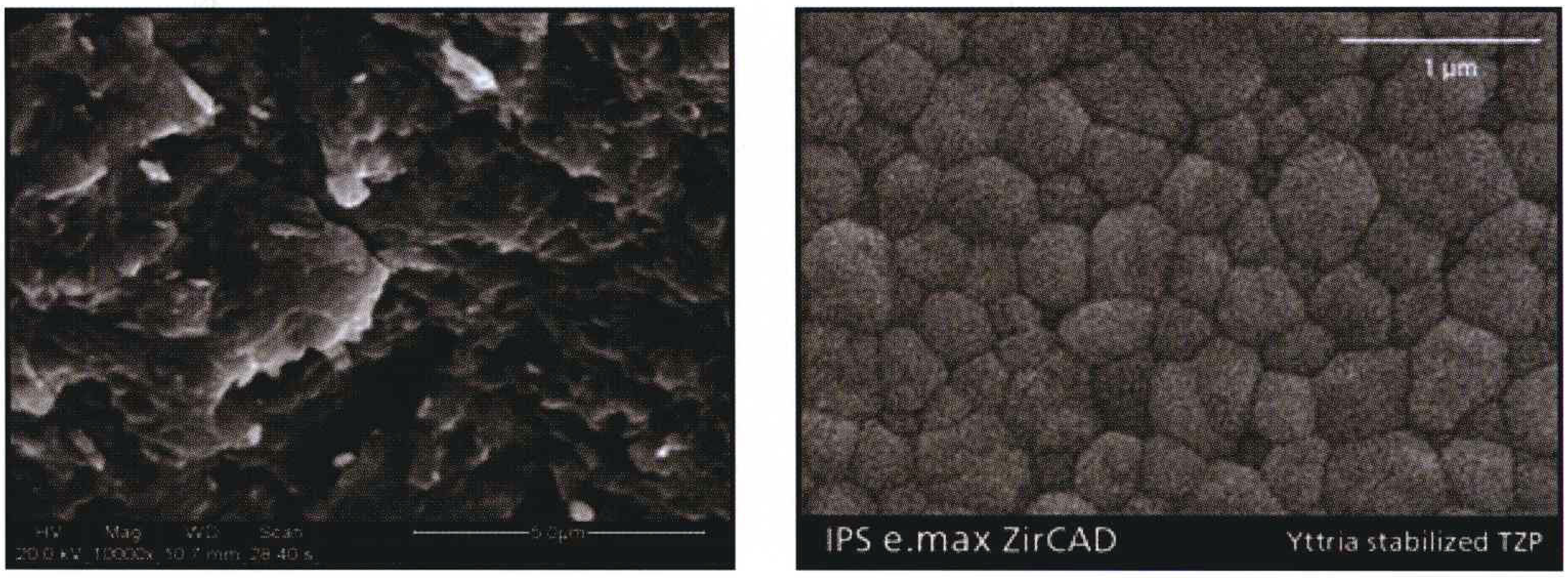
图 8-11　a. SEM 显示玻璃渗透后使多孔氧化铝变得致密；b. SEM 显示结构致密的氧化铝玻璃复合体

四、氧化锆陶瓷

目前，在口腔修复中强度和韧性最高的牙科陶瓷材料是氧化钇稳定的二氧化锆陶瓷（yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystalline，Y-TZP），它的三点弯曲强度达到900～1 200 MPa，断裂韧性达 8.5 $MPam^{1/2}$ 以上，显微结构如图 8-12 所示。二氧化锆陶瓷最早在生物医学领域中的应用是在整形外科，采用氧化钇稳定的二氧化锆陶瓷作为股骨头替换材料具有极佳的生物相容性和良好的物理机械性能。20 世纪 90 年代初，Y-TZP 被用来制作根管桩和种植牙材料，随后又被用作全瓷基底冠或固定义齿支架结构。

较纯的氧化锆粉末呈黄色或灰色，高纯度的氧化锆粉末呈白色。在不同的温度

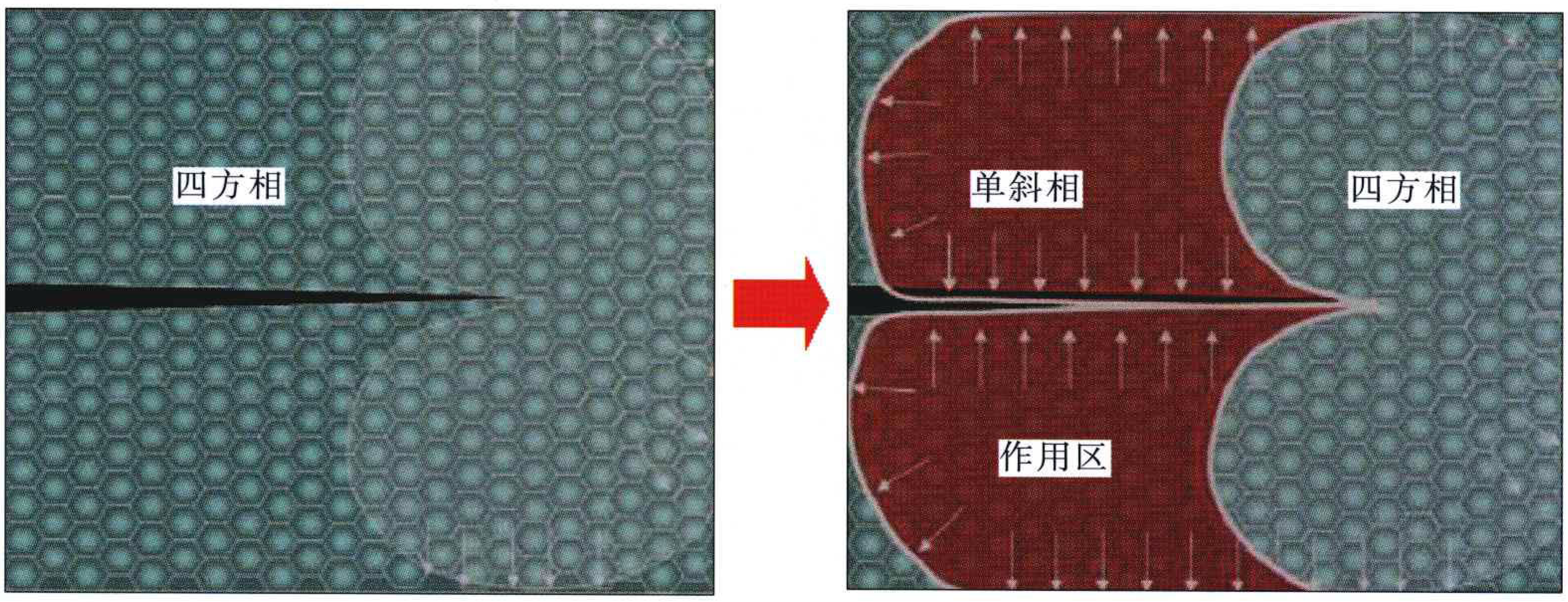
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



a　　　　　　　　b

图 8－12　a. 二次烧结后氧化锆陶瓷的断面；b. 氧化锆陶瓷表面抛光后显示的晶体结构

条件下，存在着氧化锆三种同质异形体，即立方晶系、单斜晶系和四方晶系。加热时二氧化锆陶瓷由单斜－ZrO_2转变为四方－ZrO_2发生体积收缩；冷却时四方－ZrO_2转变为单斜－ZrO_2发生体积膨胀，为 3%～5%。这种体积的变化导致局部压应力的产生，特别是在裂纹的尖端，将抵消外部拉应力的作用，这也就是二氧化锆陶瓷的相变增韧原理，如图 8－13。



a　　　　　　　　b

图 8－13　应力作用下氧化锆晶体四方相转变为单斜相，导致体积增加，裂纹受压，阻止裂纹的扩展，因而产生相变增韧

第三节　陶瓷材料的性能

一、强度

强度是指材料在一定载荷作用下发生破坏时的最大应力值。陶瓷材料的强度测试，根据其不同的使用要求采用不同的测试方法。常用的弯曲、挠曲、压缩、拉伸、冲击等。

1. 弯曲强度(bending strength)

牙科陶瓷材料属脆性材料，除特殊需要外，很少测试拉伸强度，最普遍最常用的是弯曲强度测试。这种试验方法比较简单易行，且不同材料之间有可比性，并可以通过所得强度数据进行简单的统计处理来预测实际材料的强度。它反映的是矩行截面梁在弯曲应力作用下试件受拉面断裂时的最大应力。对牙科精细陶瓷(dental fine ceramics)，常温弯曲强度试验方法有三点弯曲试验和四点弯曲试验。如图 8-14 所示。

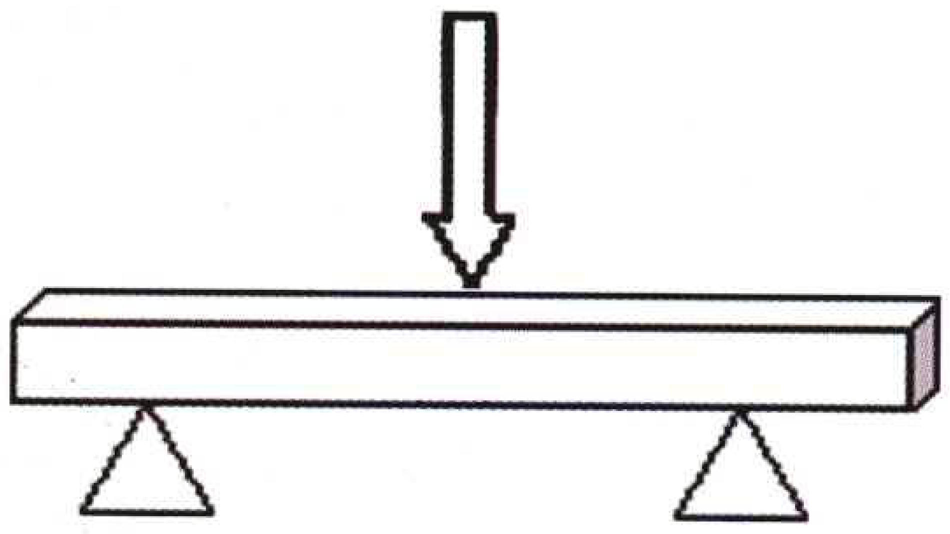


图 8-14 a. 三点弯曲法；

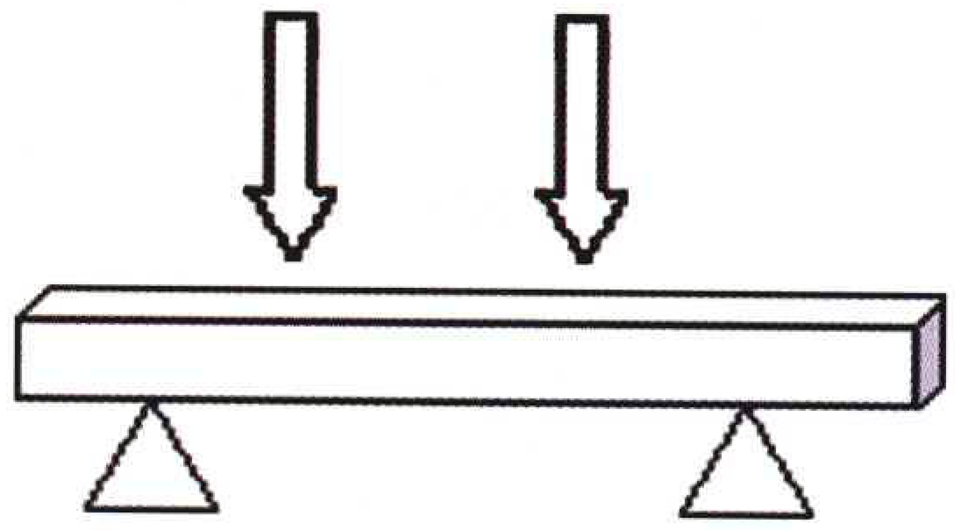


图 8-14 b. 四点弯曲法

弯曲强度的试样为矩形截面梁，常用规格为 4 mm×3 mm×40 mm 和 3 mm×2 mm×25 mm的试验样。试样数一般应在 10 个以上。试样表面须采用一定的研磨规程，以达到陶瓷试样测试时的表面粗糙度要求。首先用 150～200 目金刚石砂纸粗磨，然后用 400～600 目金刚石砂纸细磨，再用 800～1 000 目金刚石砂纸精磨，最后采用 0.5～1.0 μm 的金刚石抛光膏进行抛光。为了减小边缘效应对陶瓷强度的影响，对于梁边缘应采用 800～1 000 目金刚石砂纸进行 45°的倒角加工。

三点弯曲强度 $\sigma_3=\dfrac{3PL}{2bh^2}$　　四点弯曲强度 $\sigma_3=\dfrac{3P(L-l)}{2bh^2}$

2. 双轴挠曲强度(biaxial flexible strength)

尽管牙科陶瓷材料强度测试一直采用的是标准三点弯曲或四点弯曲试验方法，但是试样的边缘裂纹效应直接影响到测试材料的强度。由于很难消除所有的边缘裂纹，各个样本之间测试的强度值经常产生较大的差异。双轴挠曲强度由于试样的边缘没有直接承受载荷，因而测试的强度完全消除了边缘效应的影响。根据 ASTM F394-78 测试双轴挠曲强度的标准，各圆盘状试样的厚度、直径之间的误差小于 0.01 mm。圆盘状试样放置在三个相互成 120°、直径为 3.18 mm 不锈钢球的中央，三个不锈钢球组成圆的半径为 5 mm。加载头为直径是 1.68 mm 的圆柱形平头。

$$S=-0.2837P\frac{X-Y}{d^2}$$

其中，S 为双轴挠曲强度，单位 MPa

P 为断裂载荷，单位 N

$$X=(1+v)\ln(\frac{B}{C})^2+(\frac{1-v}{2})(\frac{B}{C})^2$$

$$Y=(1+v)[1+\ln(\frac{A}{C})^2]+(1-v)(\frac{A}{C})^2$$

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

v 为材料的泊松比

A 为支持圈的半径，单位 mm

B 为加载头的半径

C 为样本的半径

d 为样本的厚度

3. 影响强度的组织因素

陶瓷材料本身的脆性来自于其化学键的种类，实际陶瓷晶体中大都以方向性较强的离子键和共价键为主，多数晶体的结构复杂，平均原子间距大，因而表面能小。同金属材料相比，陶瓷材料在室温下启动的滑移系几乎没有，位错的滑移、增殖也很难发生。因此很容易由表面或内部存在的缺陷引起应力集中而产生脆性破坏。这是陶瓷材料具有脆性的原因所在，也是其强度值分散性较大的原因所在。

通常陶瓷材料都是用烧结的方法制造的，在晶界上大都存在着气孔、裂纹和玻璃相等，而且在晶内也存在有气孔、孪晶界、层错、位错等缺陷。陶瓷强度除取决于本身材料的种类外，微观组织因素对强度也有显著的影响(即微观组织敏感性)，其中气孔率与晶粒尺寸是两个重要的影响因素。气孔是绝大多数陶瓷的主要组织缺陷之一，会显著地降低载荷作用面积，同时，它也是引起应力集中的地方。多孔陶瓷的强度随着气孔率的增加近似地按指数规律下降。

4. 陶瓷的复合强化

为了提高陶瓷材料的强度，除了要控制上述组织因素外，更常用的是通过复合的办法提高强度，例如自生复相陶瓷棒晶强化，加入第二相的颗粒弥散强化、纤维强化、晶须强化等。

二、断裂韧性(fracture toughness)

牙科陶瓷材料在室温或口腔温度下很难产生塑性变形，其断裂方式为脆性断裂，且对裂纹的敏感性很强。断裂韧性 K_{IC} 是描述材料瞬间断裂时的裂纹尖端临界应力强度因子。断裂韧性常用的测试方法主要有单边切口梁法(single - edge - notched beam，SENB)和压痕法(indentation method，IM)。

1. 单边切口梁法(SENB)

对于单边切口梁法测试断裂韧性，其试样尺寸要求如下：

$$\mathbf{B \cdot a \cdot W - a \geqslant 17.5}$$

其中 B 为梁的宽度

a 为切口深度

W 为梁的高度

断裂韧性的计算公式为：

$$K_{IC} = \sigma_f \cdot \sqrt{a} \cdot Y\left(\frac{a}{w}\right)$$

式中：K_{IC}——断裂韧性，单位：$MPa \cdot m^{1/2}$

σ_f——断裂强度，单位：MPa

$Y(\frac{a}{w})$——与试样形状有关的常数，当跨长∶厚度∶宽度＝8∶2∶1时，形状因子 $Y(\frac{a}{w})$ 的值为：

$$Y(\frac{a}{w})=1.93-3.07(\frac{a}{w})+14.53(\frac{a}{w})^2-25.11(\frac{a}{w})^3+25.8(\frac{a}{w})^4$$

2. 压痕法(IM)

对于压痕测试断裂韧性是在维氏显微硬度测试的同时，由其压痕及四角产生的裂纹长度及维氏硬度值求得 K_{IC} 的方法。$K_{IC}=0.16H_v a^{1/2}(c/a)^{-3/2}$

三、硬度

硬度(hardness)是指材料抵抗局部压力而产生变形能力的表征。对于金属材料其硬度与强度之间存在直接的对应关系，金属材料的硬度越高，其强度越大。而陶瓷材料属脆性材料，硬度测定时，加载压头接触区域会发生压缩断裂等复合型破坏的伪塑性变形。因此，陶瓷材料的硬度与强度间没有直接的对应关系，但硬度与耐磨性之间有密切的关系。陶瓷材料的硬度常用维氏硬度和显微硬度来评价。

维氏硬度试验的压头采用一相对两面夹角为136°的金刚石正四棱锥形压头，在一定负荷P的作用下压入试样表面。经规定的保荷时间后卸除负荷，在试样测试上压出一个正方形的压痕。在读数显微镜下测量其压痕两对角线 d_1 和 d_2 的长度，算出平均值 $d=1/2(d_1+d_2)$，并算出压痕的凹面的面积F，以P/F的数值表示试件的维氏硬度值。其单位为MPa。维氏硬度的符号为HV，计算式如下：$HV=1.8544(P/d^2)$

式中，P——负荷力，单位N；

F——压痕凹面面积，单位 mm^2；

d——压痕两对角线长度的平均值，单位mm。

在测试时，负载P的大小可根据试样的大小、厚薄和其他条件的不同而定，陶瓷材料根据负荷力来选择。

试样上下表面须平行，测试表面必须精细制备，不得有油污或脏点，需抛光成镜面。试样的厚度至少应大于压痕对角线的2倍。同一试样上至少测定不同位置的5个点的维氏硬度值，求出其平均值作为该试样的硬度。试验在常温下进行。负荷保荷时间为10～20 s。

四、热冲击

陶瓷材料的热冲击也叫热震性，它是由于急冷或急热而产生冲击内应力的一种形式，即由部件的表面和里面或不同区域的温度差而产生的热应力。陶瓷的抗热冲击能力是其力学性能和热学性能对应于各种受热条件的综合表现。

热震破坏可以分为两大类：一类是一次性破坏，称为热冲击断裂；另一类是在热冲击循环作用下，材料先是出现开裂、剥落，然后碎裂或变质，最终至整体破坏，称为

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

热震损伤。热冲击产生的瞬态热应力比正常情况下的热应力要大得多,它是以极大的速度和冲击的形式作用在物体上,所以也称热冲击。

热疲劳是指材料受温度变化时因其自由变形受约束而产生循环应力和循环应变,最终导致龟裂的现象。热疲劳性能不仅跟材料的强度和疲劳性能有关,而且与热膨胀系数、弹性模量等因素也有关。热疲劳与热震疲劳的区别在于热疲劳的变温速率是缓慢的。

由于脆性材料表面受拉应力比受压应力更容易引起破坏,所以,陶瓷材料的急冷比急热更为危险。

五、磨损

陶瓷的耐磨损性主要取决于该材料和与之接触材料的相对硬度。通常共价键陶瓷有很高的硬度,故也有较好的耐磨损性。陶瓷材料的磨损量的大小跟接触面的光滑度或颗粒尺寸有关,同时与摩擦面的正压力也有关。此外,陶瓷的磨损率还随撞击角度和撞击速度的增加而增加,也与材料强度、弹性模量以及环境等因素有关。

评价材料的磨损性时,应考虑综合因素的影响。例如氧化或腐蚀与磨损同时作用的情况比单独一项的影响要严重得多。

第四节　陶瓷材料的可靠性评价

牙科陶瓷材料是高脆性材料,其断裂强度有很大的分散性和模糊性。材料的可靠性,一是指短期力学性能和指标的稳定性,通常采用统计断裂力学方法来分析;另一是长期机械性能的可靠性和强度的衰减率问题。

目前,最广泛应用的断裂强度统计理论是韦伯(weibull)理论,从强度的概率分布来进行分析。以断裂应力 σ 的测试值为随机变量,不断裂概率为 P_f,则以 σ 为随机变量的韦伯分布函数为:

$$P_f = 1 - \exp[-(\frac{\sigma}{\sigma_0})^m]$$

σ_0:尺度参数或基准参数

m:韦伯模数

韦伯模数体现了材料的均匀性和可靠性,m 值越大,强度的均匀性越好,材料的可靠性越大。但这种可靠性指的是强度的稳定性大、分散性小,与使用寿命的长短和使用过程中的可靠性关系不大。

韦伯模数的确定可以采用作图法,对分布函数取对数后描出载荷值和不破坏概率的对数关系曲线,其斜率 m 为韦伯模数值。这种形式的韦伯曲线广泛用于表示材料或部件的可靠性和数据分析。

$$\ln[\frac{1}{(1-P_f)}] = m(\ln\sigma - \ln\sigma_0)$$

更精确的方法是在概率统计学的基础上应用无偏极大似然估计来进行参数估计，当然也可以用其他的参数估计方法。由于陶瓷试件的加工制作较为困难和昂贵，在保证精度的情况下，试样数越少越好。有学者通过对韦伯模数估计精度与试验样本数的关系研究，提出在保证 95%的可信水平与 20%的相对误差的条件下，取 36 个试样即可。考虑到节约材料和费用，推荐试样数不少于 16。

利用上述统计理论，只能从数学角度评价强度数据的分散性，反映在一定状态下的强度的可靠性。要评价材料在使用过程中的可靠性，还必须考虑强度随时间的变化表现。改善陶瓷材料的可靠性有以下途径。

（1）采用可靠性分析和无损探伤的方法为高脆性的陶瓷材料提供准确的设计参数，以保证材料的可靠性。

（2）了解引起强度下降的缺陷的形成和发展，改善陶瓷制备工艺，以消除这些缺陷，制备出均匀和高强、高韧的材料。

（3）利用各种增韧方法减少材料对缺陷的敏感性。根据使用条件，选择强度衰减率最低的陶瓷为原料。表面抛光、热处理均可提高陶瓷的可靠性。

第五节　临床常用全瓷修复材料的性能

陶瓷性能的长期稳定与陶瓷表面亚临界裂纹的扩展和由水引起的应力腐蚀密切相关，对于玻璃陶瓷应力腐蚀易导致玻璃成分的分解，增加了裂纹扩展的危险。尽管如此，对于无玻璃成分的多晶结构氧化锆陶瓷没有这种现象的发生。表 8－1 显示了临床常用牙科陶瓷的基本特征结构的比较。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

表 8-1　临床常用牙科陶瓷的基本特征结构比较

材料商品名	分类	晶体成分	晶体大小	弯曲强度	断裂韧性	弹性模量	透光率	其他特征
Optec HSP	粉浆瓷	白榴石	10～15μm	105MPa	1.29MPam$^{1/2}$	64.9GPa	27%～35%	对自然牙磨损大，一次成形，易酸蚀
Dicor	铸造陶瓷	云母	5～7μm	125 MPa	1.31MPam$^{1/2}$	73.5GPa	48%	表面易着色，易磨损，dicor plus易作核冠
Empress	热压陶瓷	白榴石	10～15μm	127 MPa	1.29MPam$^{1/2}$	68.9GPa	22%～32%	表面需着色或饰瓷，易酸蚀
Cerec Mark Ⅱ	切削瓷	透长石	5μm	78 MPa	1.8 MPam$^{1/2}$	63GPa	25%～35%	硬度接近牙釉质，易酸蚀，有数种颜色
Dicor MGC	切削瓷	云母	1～5μm	184 MPa	1.5 MPam$^{1/2}$	68GPa	32%	硬度接近牙釉质，易酸蚀
In-Ceram	渗透瓷	氧化铝	1～5μm	446 MPa	4.61 MPam$^{1/2}$	285 GPa	1%～3%	表面需饰瓷且不易酸蚀
Empress 2	热压瓷	硅酸锂	0.4～5μm	350 MPa	3.1 MPam$^{1/2}$	265 GPa	20%	表面需着色或饰瓷，易酸蚀
All-ceram	切削瓷	氧化铝	4.5μm	600 MPa	4.5 MPam$^{1/2}$	GPa	0%	表面需饰瓷且不易被酸蚀，需要 CAD/CAM 加工
ZrO2	切削瓷	氧化锆	1μm	800～1200 MPa	12～20MPam$^{1/2}$	GPa	0～2%	表面需饰瓷且不易被酸蚀，需要 CAD/CAM 加工

参考文献

[1] Hauptmann H, Suttor D, Frank S, et al. Material properties of all—ceramic zirconia prostheses [J]. J Dent Res 2000, 79: 507.

[2] Tinschert J, Natt G, Mautsch W, et al. Fracture resistance of lithium disilicate, almnina, and zirconia-based three unit fixed partial dentures: a laboratory study[J]. Int J Prosthodont 2001, 14: 231.

[3] Chiche GJ, Pinault A. Esthetics of anterior fixed prosthodontics[M]. Carol Stream (IL): Quintessence, 1994.

[4] Lamster IB, Kalfus ill, Steigerwald PI, et al. Rapid loss of alveolar bone associated with nonprecious alloy crowns in two patients with nickel hypersensitivity[J]. J Periodontol, 1987,

58:486.

[5] Kelly JR, Nishimura I, Campbell SD. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives[J]. J Prosthet Dent,1996,75:18.

[6] Ariel JR,Gerard JC,Narong P. The efficacy of posterior three unit zirconium - oxide - based ceramic fixed partial dental prostheses: A prospective clinical pilot study[J]. J Prosthet Dent, 2006,96:237.

[7] Ariel J. Raigrodski. Contemporary materials and technologies for all - ceramic fixed partial dentures: A review of the literature[J]. J Prosthet Dent,2004,97:557.

[8] Leinfelder KF . Porcelain esthetics for the 21st century[J]. J Am Dent Assoc,2000,131:47.

[9] 骆小平,赵云凤. 牙科全瓷冠修复的研究进展[J]. 中华口腔医学杂志,2000,35:158.

[10] 骆小平,D. CWatts N. IPS - Empress 2 玻璃陶瓷结构及性能的研究[J]. 中华口腔医学杂志, 2005,40:147.

[11] 赵云凤,骆小平,田杰模. 氧化铝玻璃复合体与 Vita alpha 饰瓷匹配性的研究[J]. 中华口腔医学杂志,2001,36:122.

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第九章　牙科陶瓷的临床制作技术

高强度、良好的适合性、可以接受的美学效果，是临床固定修复所必需的三要素。而良好的瓷修复体边缘适合性和令人愉悦的美学特征，取决于科学的制作工艺和技师精心的艺术化雕琢。目前，全瓷修复体的制作工艺都能满足临床应用的需要，且根据全瓷修复体5年的追踪研究结果，其临床成功率大于95%。

第一节　全瓷修复体的制作技术

一、铸造玻璃陶瓷技术

1972年，Grossman报道了用可切削玻璃陶瓷经熔化、铸造制作牙科嵌体、贴面和人造牙冠的修复技术。20世纪80年代中期，登士柏公司和康宁公司共同合作开发出离心铸造机和瓷化炉。玻璃陶瓷修复体制作工艺是在高温下（1 350 ℃～1 400 ℃）将富含SiO_2和K_2O的玻璃进行熔化，通过失蜡技术进行玻璃的铸造成型，制作修复体的坯体。再经过650℃的热处理成核，并在1 075 ℃高温下控制晶核生长，形成四硅氟云母晶体（$KMg_{2.5}Si_4O_2F_2$），提高玻璃陶瓷的强度和韧性。由于这种陶瓷的透光作用好，并能混合来源于自然牙和周围软组织的颜色，产生变色龙作用（chameleon effect）。因而，修复体的表面仅需着色处理即可满足一般临床要求。90年代初，临床医师开始利用铸造Dicor陶瓷制作基底冠，其表面用美学性能好的长石瓷作饰瓷处理，制作出一种新型的陶瓷全冠。这种陶瓷全冠边缘黏结剂的浮渗量为30～60 m^2，临床适合性好。

二、热压陶瓷成型技术

热压陶瓷制作技术首先有苏黎世大学口腔修复材料系在1983年研制成功。1986年，他们与列士支士登牙科公司合作开发研制出IPS - Empress陶瓷块和Empress EP500热压炉。热压陶瓷制作工艺是将修复体蜡型放置在一个特殊设计的圆柱型炉模上。用磷酸盐包埋料包埋，模型加热到850 ℃。打开上盖放入瓷块并盖上氧化铝推进棒，按下自动按钮。炉子按所给程序自动加热到1 150 ℃，并维持20 min，黏滞的玻璃陶瓷材料在0.3～0.4 MPa压力下注入模型，并完成瓷修复体的成型。在随后的瓷表面处理上有两种方法可获得满意的色泽。一是用与基体材料相

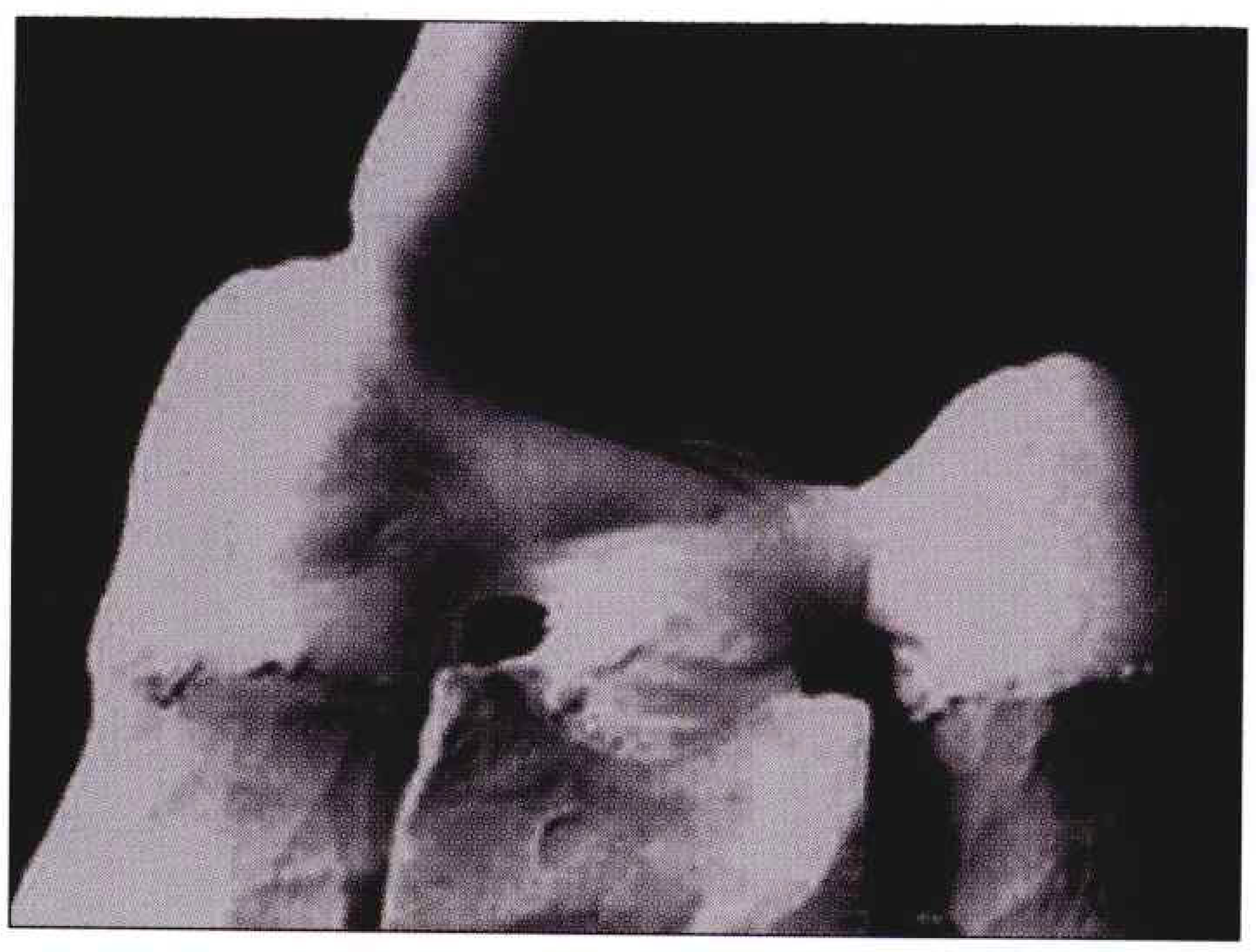
似成分的表面釉瓷进行着色处理，得到相应的颜色，釉瓷的厚度一般为 50～60μm 。二是表面饰瓷。在制作外形完整的蜡型后，去除将成为透明牙釉质部分的蜡，保留牙本质部分进行包埋，常规热压成型。然后在牙本质部分进行表面着色，最后表面再用常规长石瓷进行饰瓷。目前，热压技术不仅是牙科全瓷修复体的成型方法，而且通过热压可提高瓷的致密度，从而改善瓷的强度。这一技术具有操作简单、省时、费用小等优点，因而在临床上得到很多的应用，见图 9－1。



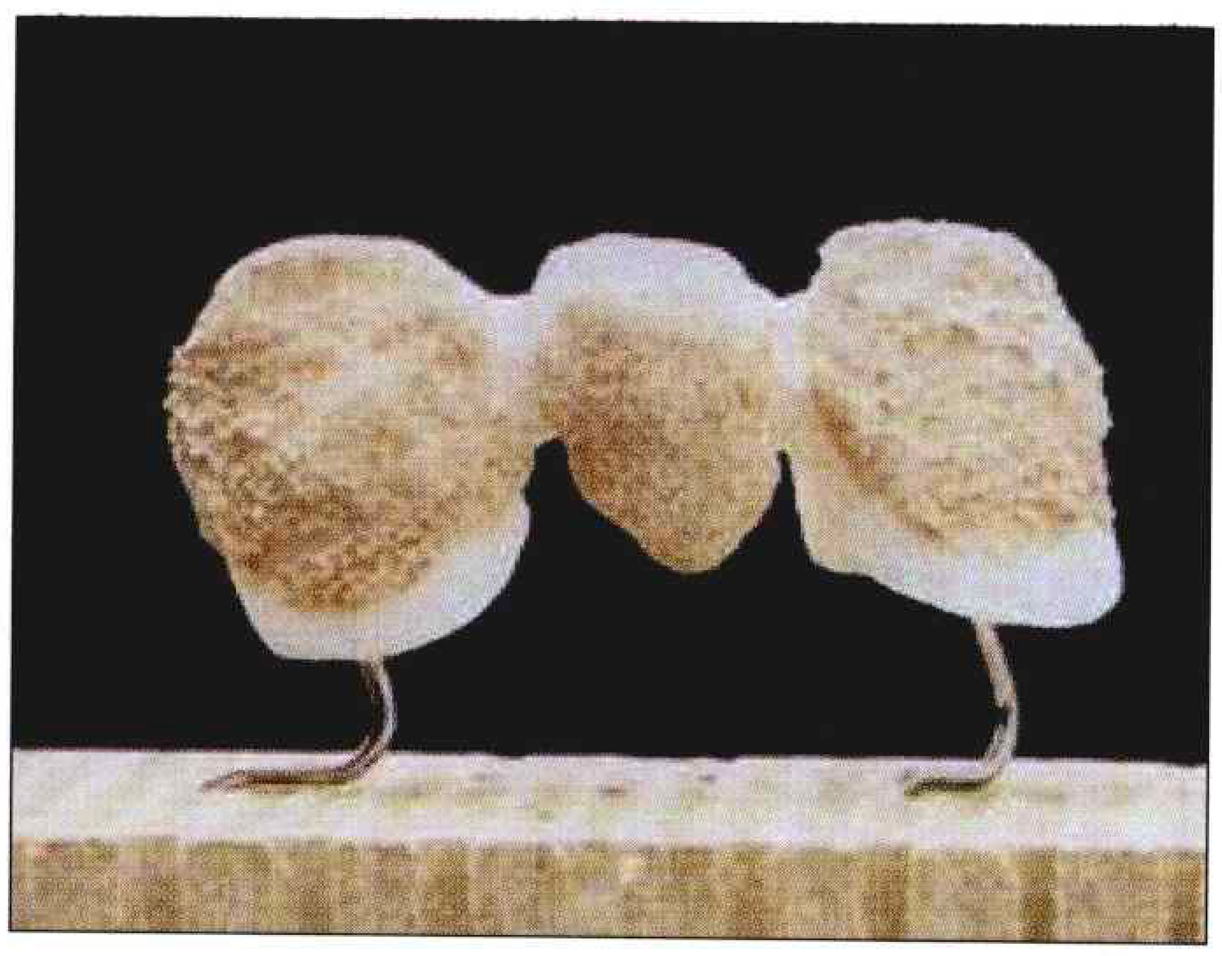
图 9－1　失蜡法热压铸造玻璃陶瓷的过程，熔融的玻璃陶瓷在压力作用下逐渐流入模型腔

三、In－Ceram 技术

In－Ceram 技术是法国人 Zyszblat 于 1987 年发明的制作高强度、低收缩全瓷冠技术，也是牙科陶瓷全冠制作中唯一使用其专利技术命名的制作技术。Levy 1991 年报告了 In－Ceram 全瓷冠制作的过程。其方法是将高纯度细颗粒的 Al_2O_3 粉末制成高体积分数的注浆涂塑在 In－Ceram 专用石膏代型上，并通过石膏的毛细管作用吸收水分。然后，将模型放在In－Ceram 炉内在 1 100 ℃温度下烧结 2 h，形成多孔的 A_2O_3 骨架。在多孔的 Al_2O_3 骨架上，采用特殊的镧硼硅玻璃，在 1 150 ℃高温下进行渗透，玻璃基质通过毛细管作用逐渐渗入多孔的氧化铝核中。用这种方法获得的陶瓷强度是常规玻璃陶瓷强度的 2～3 倍。经过玻璃渗透后的氧化铝核，再用 Vita alpha 瓷进行表面饰瓷，即可得到理想的类似于自然牙的修复体。见图 9－2。

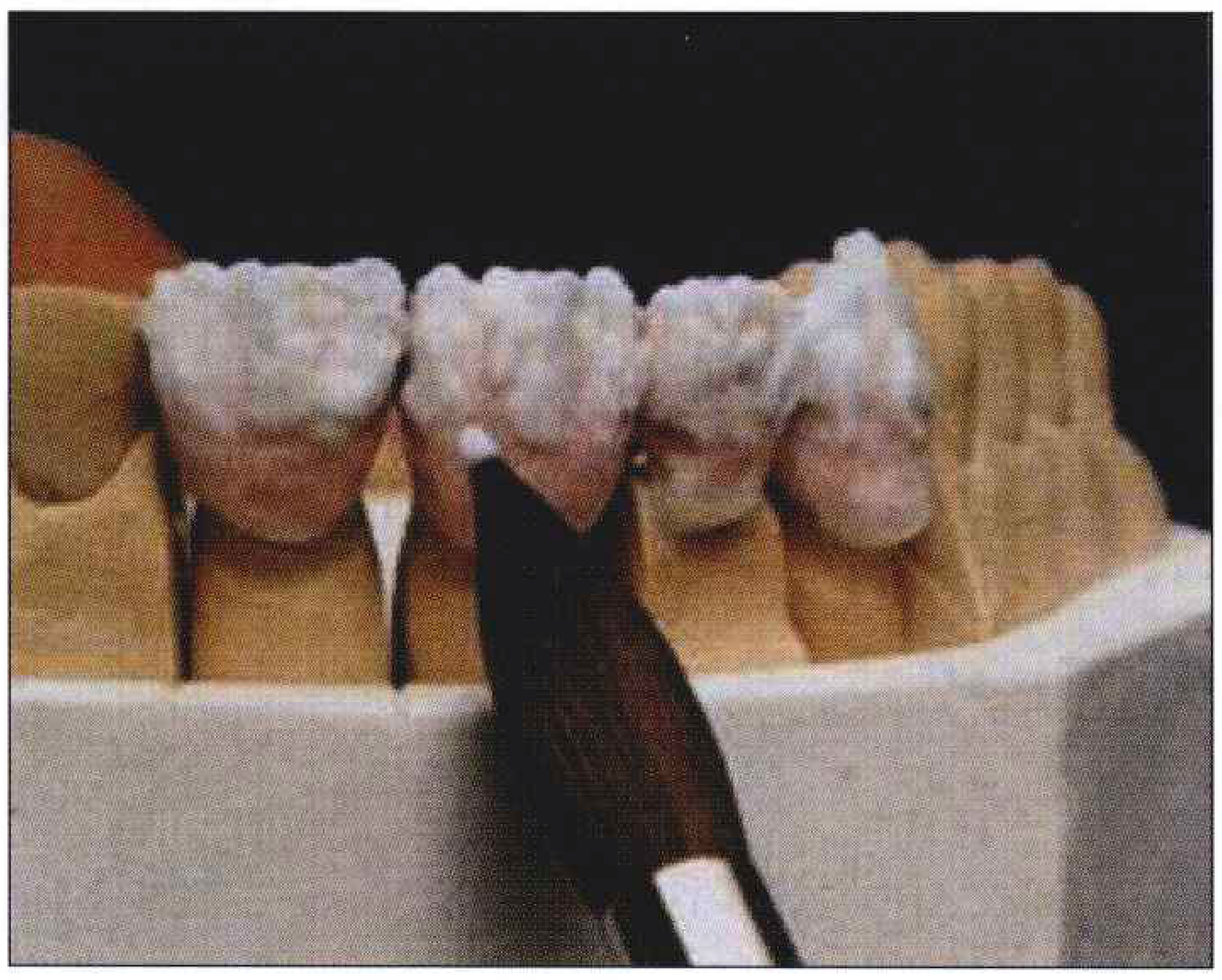


a.注浆法制作氧化铝支架

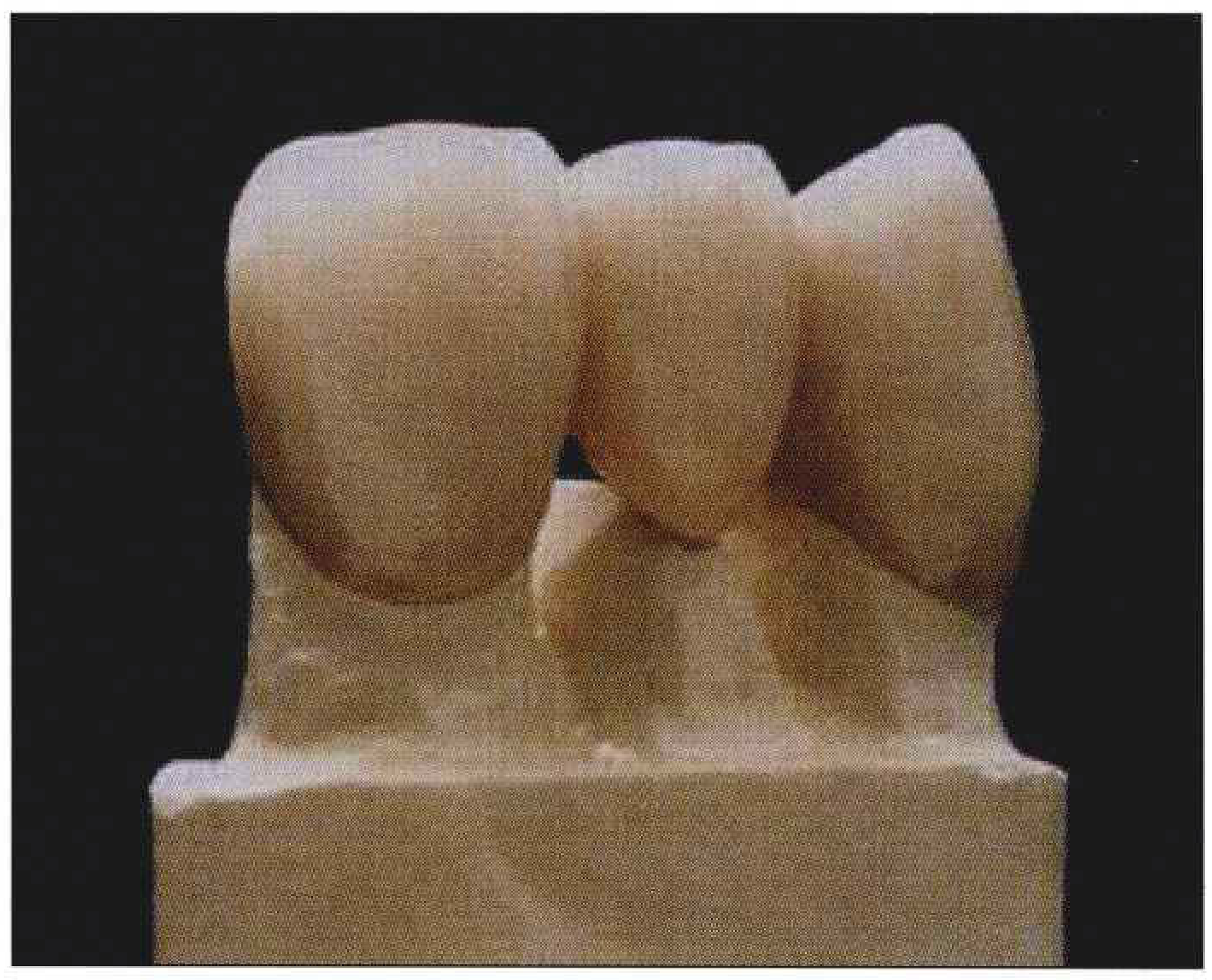


b.玻璃渗透氧化铝支架

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



c.在氧化铝玻璃复合体上饰瓷



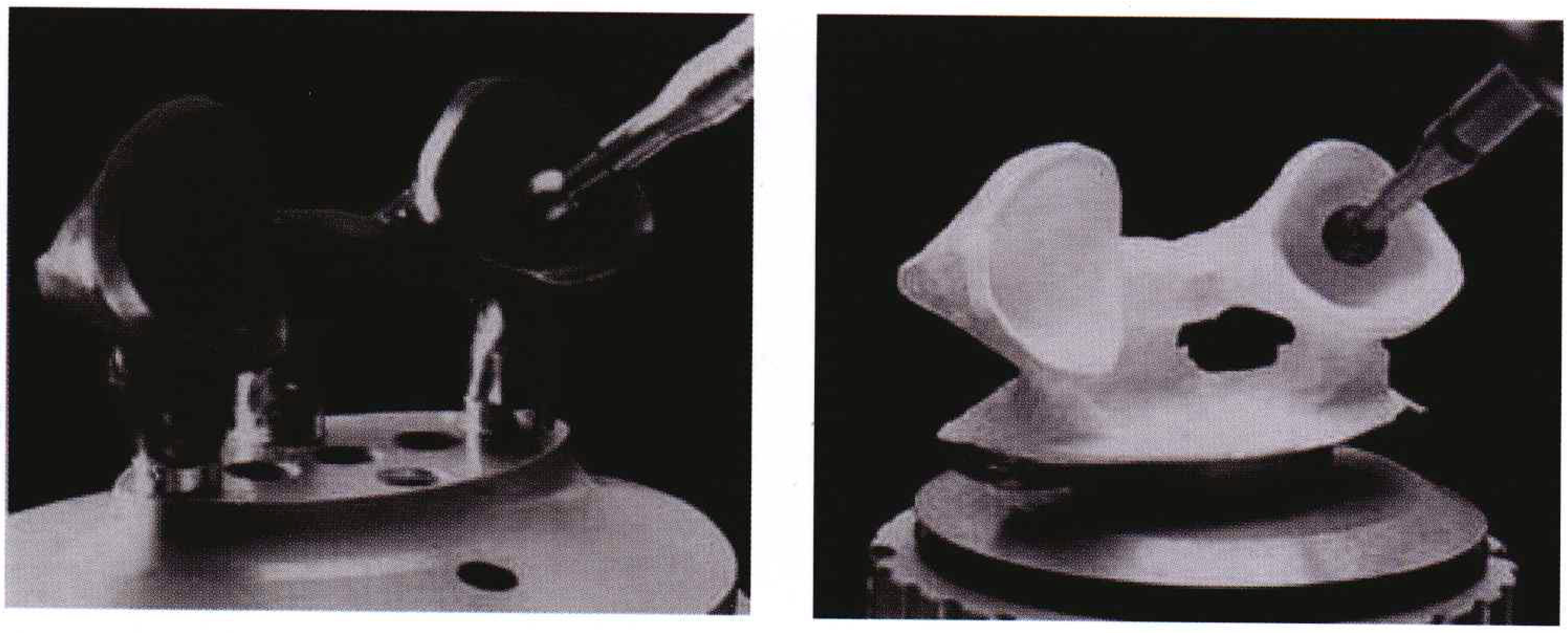
d.完成的三单位全瓷桥

图 9-2 Vita In-Ceram 玻璃渗透陶瓷的制作过程

四、CAM 加工成型技术

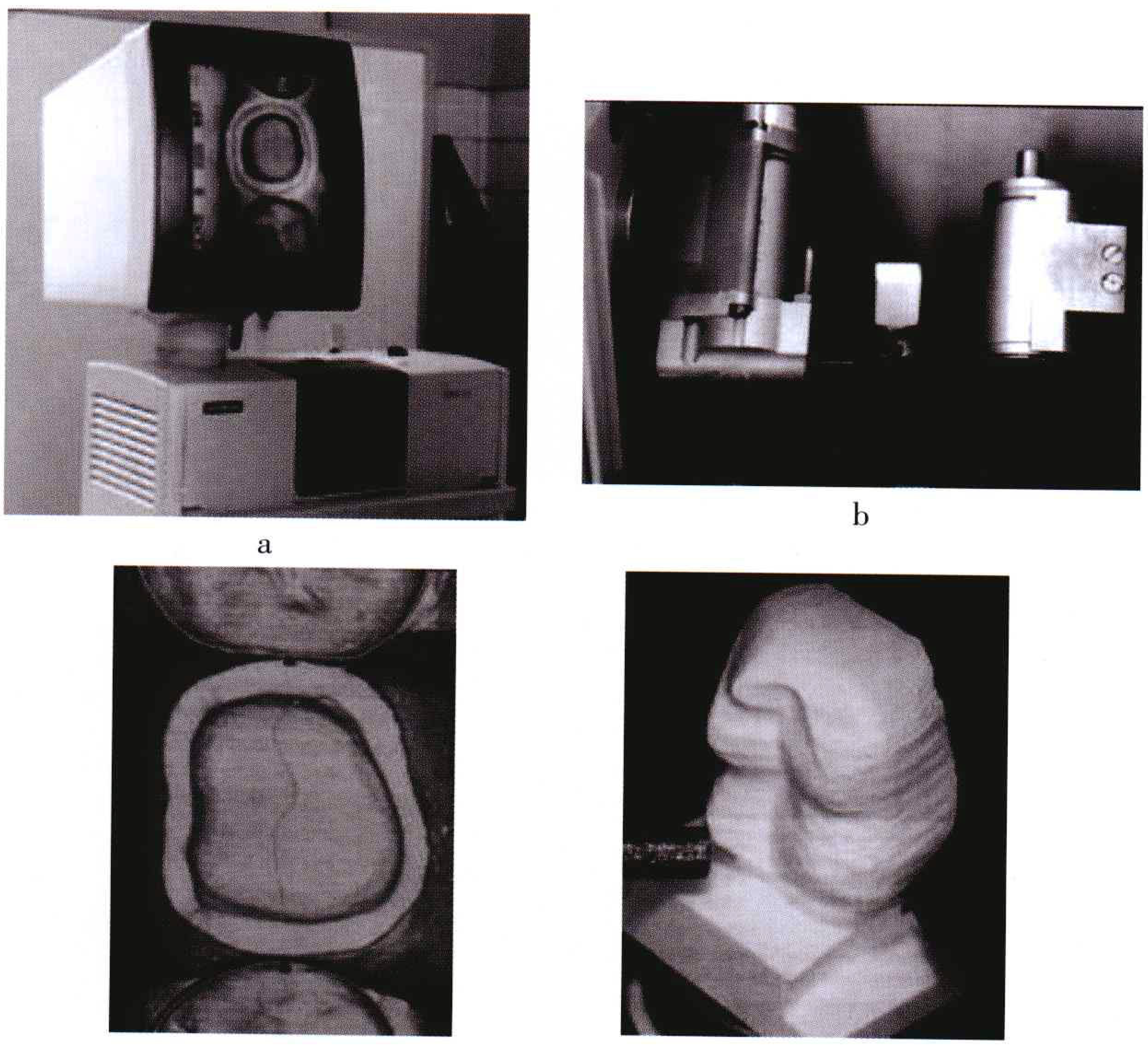
随着计算机科学的发展，CAD/CAM 技术已应用于口腔修复领域，1986 年西门子公司率先将牙科 CAD/CAM 商品化，并生产出 Cerec Ⅰ 型牙科 CAD/CAM 系统，它能完成简单的嵌体和前牙贴面的制作，不能制作全冠和后牙嵌体的咬合面。1992 年瑞士推出 Celay Copy-milling 系统。它的制作原理如同配钥匙一样，首先制作一个暂时性的树脂修复体轮廓，并以此作为模坯，用一机械式描绘系统，描记模坯形状，同时，将结果同步传到加工系统，进行修复体的制作，见图 9-3。1994 年西门子公司又推出 CerecⅡ型牙科 CAD/CIM 系统，它不仅能完成嵌体、高嵌体及前牙贴面的制作，而且能制作全瓷基底冠和咬合面形态完整的全瓷冠。它是通过光学摄像系统采集口腔印模，在计算机上进行修复体的设计，并将图形文件进行数字化处理，传入计算机辅助制作系统，进行修复体的加工，见图 9-4。这两种系统的研制成功为牙科瓷修复技术提供了另一条途径。它们是采用工业预成瓷经过机械加工方法而得牙科修复体。目前，已成功地制作了嵌体、贴面和单个牙冠。常采用的切削瓷块有 Vita MarkⅡ、Dicor MGC、Empress 2、In-Ceram 部分烧结的铝块和部分烧结的二氧化锆。前两种材料在作为后牙嵌体时，仅需切削完成后抛光即可戴入患者的口腔内。In-Ceram 部分烧结的铝瓷在经切削还需进行玻璃渗透才能提高强度。这种工业预成 In-Ceram 瓷制作的铝核具有高度的毛细管作用，可在普通烤瓷炉内完成玻璃渗透，且单个牙冠的玻璃渗透所需时间仅为 40 min，与粉浆涂塑烧结法制作的铝核所需渗透时间有较大的缩短（渗透时间为 4 h），这种技术目前已应用于临床。

使用牙科 CAD/CAM 系统制作口腔修复体可以大大节约加工时间，降低修复体制作的成本。另外，修复体是由一个工业预成的陶瓷块状材料、复合树脂材料或金属材料加工而成。材料块在恒定的、最佳的加工条件下，采用现代化的工业生产设备进行加工制造，这和技工室的手工操作、操作条件不稳定相此，修复体的质量将会有显著的提高。例如，用 CAD/CAM 系统加工制造的金属修复体可避免铸造过程中常出



a　　b

图 9－3　a. 机械触头在扫描修复体蜡型；b. 磨头在同步加工修复体支架，同配钥匙原理一样



a　　b　　c　　d

图 9－4　20 世纪 90 年代中期采用 Cerec CAD/CAM Ⅱ 加工制作全瓷基底冠的过程

现的气泡，修复体材料纯净，没有氧化物等杂质。尤其是在制造金属钛制修复体时，传统的铸造工艺非常烦琐，而且经常会出差错。此外，在使用 CAD/CAM 工艺制造钛支架时，不会形成对表面饰瓷造成影响的污染层。KaVo 公司生产的 CAD/CAM 能够加工制造钛金属支架。对于牙科陶瓷材料而言，工业预成的陶瓷块可以由均匀精细的晶粒制造而成，瓷块的表面结构密致、内部没有气孔。采用计算机控制的表面

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

加工技术（如对压力和切割速度进行精细计算）对预成型的瓷块进行加工，这样制得的修复体比传统的技工室方法（如烧结、挤压和铸造）具有更高的强度和稳定性。

目前牙科专用CAD/CAM系统加工的优点包括：

(1)预备体几何形状的三维数据采集后，可以直观地显示在显示器上，并能模拟和设计牙齿的外形或者咬合面。

(2)实现修复体制作的自动化，可同时进行多项修复体的制作工作，优化了原材料使用，减少浪费，节省时间和成本。

(3)加工可以控制，可对预成型材料块进行加工，修复体的质量稳定，受人为因素的影响较小。

在加工全瓷修复体时，CAD/CAM工艺更具有独特的优势，因为全瓷修复体很难用传统的铸造工艺制造，只能借助机械加工方式。这里尤其值得一提的是新型的高科技陶瓷二硅酸锂玻璃陶瓷(IPS e. max CAD)、氧化铝材料(All-Ceram)和氧化锆材料。由这些材料制得的全瓷修复体具有很高的强度，可用于磨牙区的修复。氧化铝材料用于磨牙区修复时，全瓷桥的跨度不能太大，一般限于三单位固定桥。而氧化锆材料却可以制作跨度较大全瓷固定桥，后牙区的桥体甚至可以达到5个单位。

二氧化锆陶瓷强度非常高，所以在加工时很复杂，而且对其刀具的磨损也很大。对此，Denstply公司、Kavo公司、Simens公司、3M-ESPE公司等世界上有数十家公司都推出了各自的牙科CAD/CAMAVA系统，并采用了另外一种加工方案，即氧化锆陶瓷先在强度很低的坯体状态（即烧结前的状态）下被加工成型，然后再进行最后的烧结。氧化锆在坯体状态下可以用很短的时间被加工出所希望的修复体形状，这样不仅可以缩短加工时间，而且大大减小了对刀具的磨损。最后烧结过程中的体积收缩问题在成型加工前已得到了充分的考虑和计算，使得烧结后的固定修复体支架能够适合基牙代型。如图9-5所示。

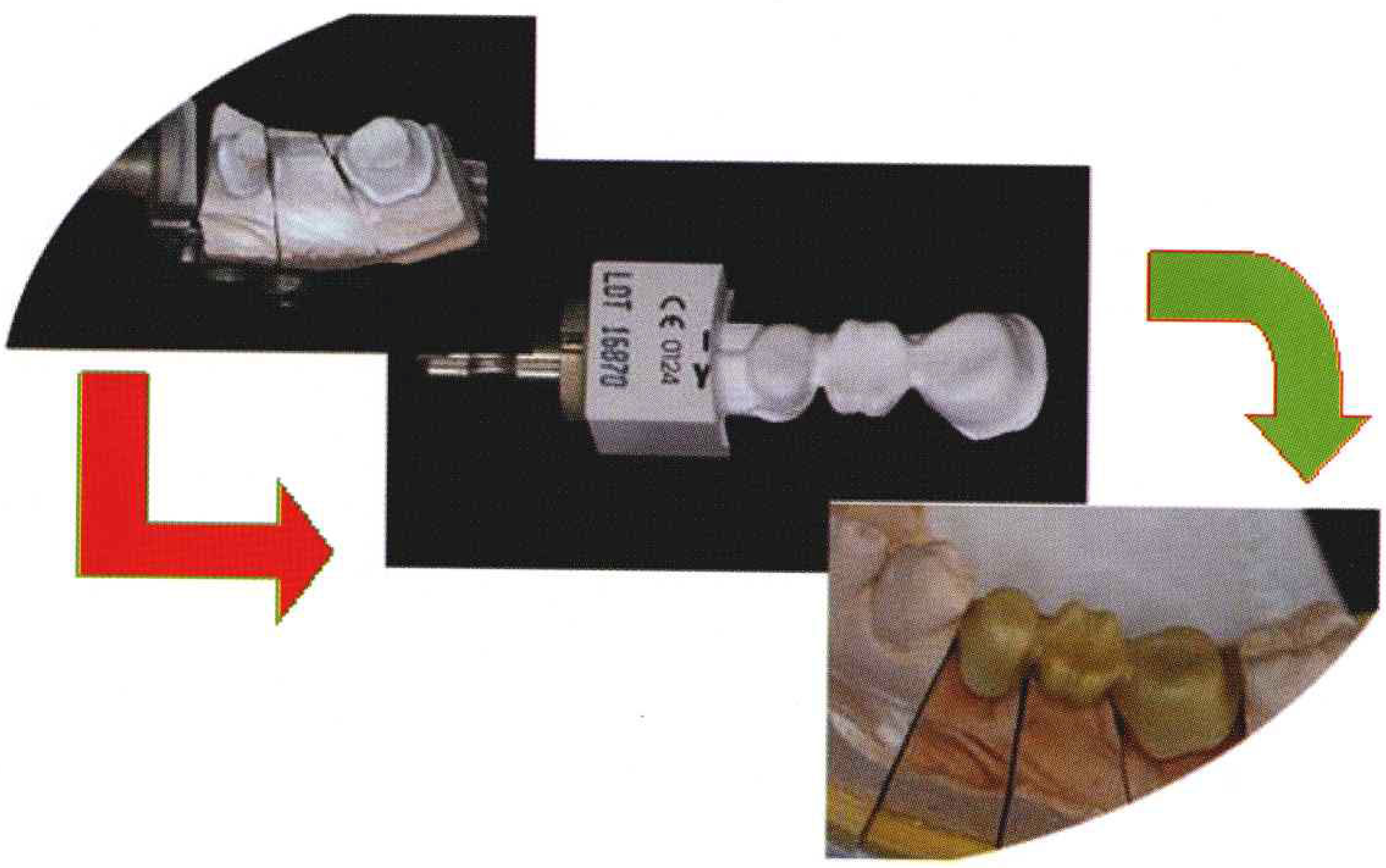


图9-5 自动化加工的氧化锆全瓷基底冠过程：模型扫描—切削加工—高温烧结

第二节　瓷贴面的艺术化制作

早期的瓷贴面制作是在耐火模型上涂塑瓷粉进行烧结，这种方法制作的贴面收缩大，边缘密合性差，目前基本在临床上不再使用。自从20世纪80年代后期，热压铸造玻璃陶瓷问世以来，已取得了令人满意的临床效果，其制作工艺简单，仅用常规的失蜡铸造技术即可制作全瓷体层，且瓷层与代型密合性极佳。然后，通过表面染色技术(staining technique)或饰瓷技术(layering technique)即可制作色泽逼真、类似天然的全瓷修复体。图9-6显示了热压铸造玻璃陶瓷表面艺术化饰瓷的基本步骤。首先将铸造完成的贴面切端1/3进行回切修整，根据临床医师比色情况添加第一层半透明的饰瓷，随后烧结，再在切端表面回切并做内染色。然后再在切端堆塑效果瓷粉，进行第二烧结。根据瓷层表面的修饰效果取得与患者天然牙色泽一致后抛光、上釉。表面染色技术是在制作、打磨、修形好的瓷贴面上用染色糊剂进行染色，最后达到类似天然牙一样的效果。染色技术所用的瓷块必须有较高的半透性，这样瓷修复体在口内能够混合邻牙、牙龈和口唇的颜色，而产生变色龙(chameleon)的美学效果。对于超薄型瓷贴面(<0.5 mm 厚度)来说，主要采用染色技术，不能采用饰瓷技术。

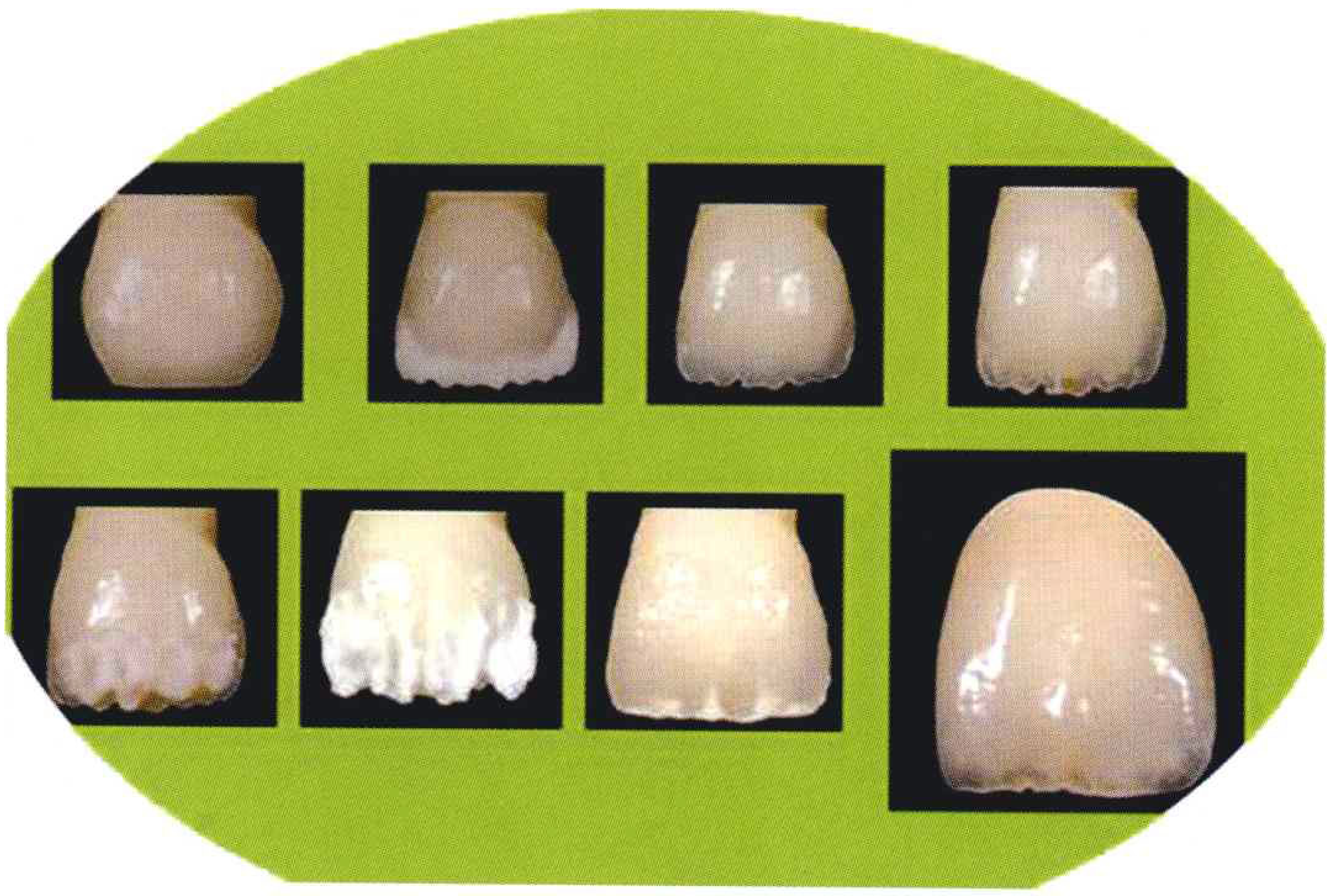


图9-6　热压铸造瓷贴面表面饰瓷的过程

在瓷贴面制作过程中有一个重要的步骤是制作光固化树脂代型。当瓷贴面经饰瓷等步骤处理后(如图9-7)，还需用与基牙颜色类似的光固化树脂制作代型，将未染色的瓷贴面放置在上面，然后将染色糊剂添加在瓷面上，并对照天然牙的颜色进行修改，最后达到理想的美学修复效果(如图9-8)。制作材料的选择见表9-1。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



图 9-7　瓷贴面切端回切后再上饰瓷修饰

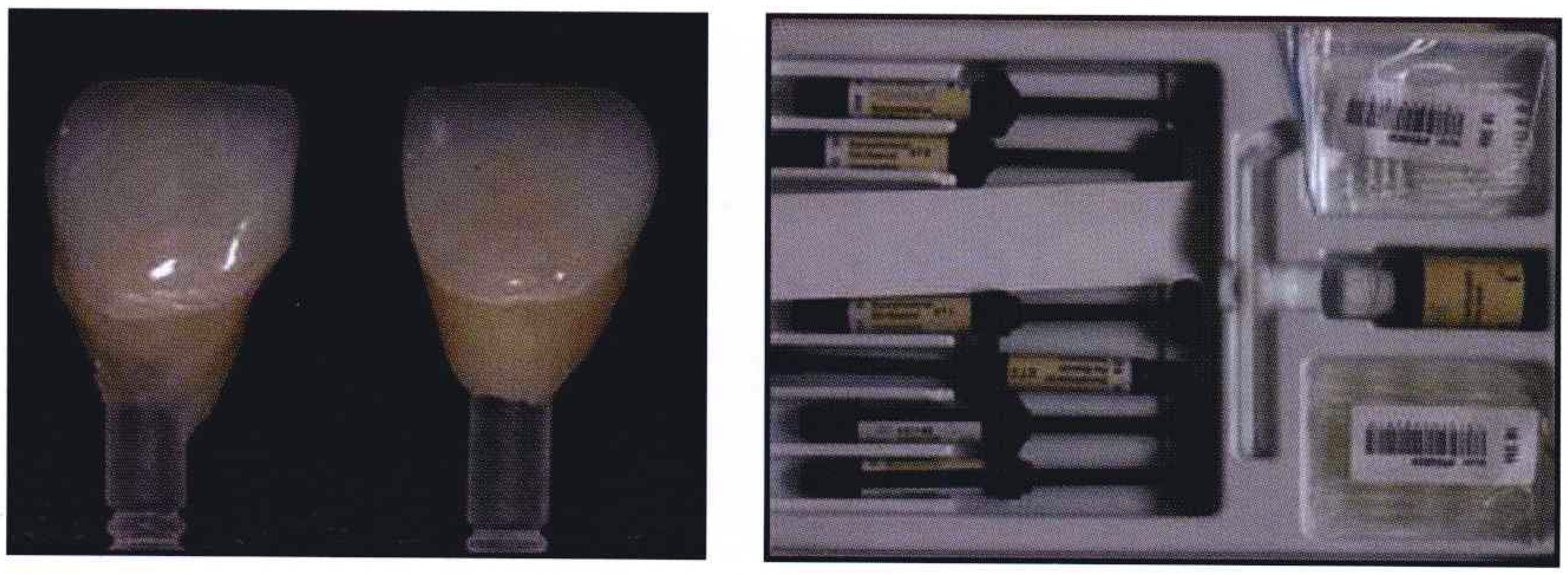
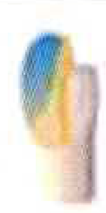
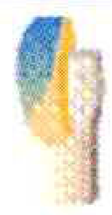
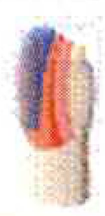


图 9-8 用光固化树脂制作代型,将瓷贴面放置代型上校色

表 9-1　热压铸造全瓷修复体制作材料的选择

IPS e. max Press 瓷块类型		制作技术			适应证							
		染色	回切	饰瓷	罩面	薄型贴面	贴面	嵌体	高嵌体	部分冠	全冠	前牙三单位桥
HT16 A-D 4 BL shades					√	√	√	√	√	√	√	√
LT 16 A-D 4 BL shades							√	√		√	√	√
MO(0 - 4) shades											√	√
HO (0-4) shades											√	√

第三节　全瓷固定桥的制作

由于上下颌前牙在咀嚼运动过程中主要行使切断食物的功能,与后牙相比承受的咬合作用力较小。因此,前牙三单位全瓷固定桥修复体制作材料可选择的种类较多,包括二硅酸锂陶瓷、镁铝尖晶石陶瓷、氧化铝陶瓷和氧化锆陶瓷。这些陶瓷材料的三点弯曲强度均大于 300 MPa,断裂韧性大于 3.0 $MPam^{1/2}$,满足了制作前牙三单位全瓷桥支架的强度要求。同时,各自均有相互配套的饰瓷材料,饰瓷的强度也都大

于 80 MPa，且瓷与瓷间的结合强度要好于金与瓷间的结合强度。因此，在一定合适的跨度范围内，前牙三单位的美学修复体制作中，全瓷修复材料应作为首选。下面着重介绍热压铸造二硅酸锂陶瓷修复体制作的过程。

一、代型及蜡型的制作

分割模型，在发大镜下修整基牙代型边缘；在基牙代型颈部边缘涂布代型硬化剂，边缘终止线上方 1 mm 处，涂布两层间隙剂为 7～10 μm 厚，待间隙剂干燥后再在基牙代型和桥体盖嵴处涂布蜡型分离剂，见图 9 - 9a。最后在表面处理完成后的石膏模型上制作热压铸造全瓷修复体的蜡型，见图 9 - 9(b～f)。

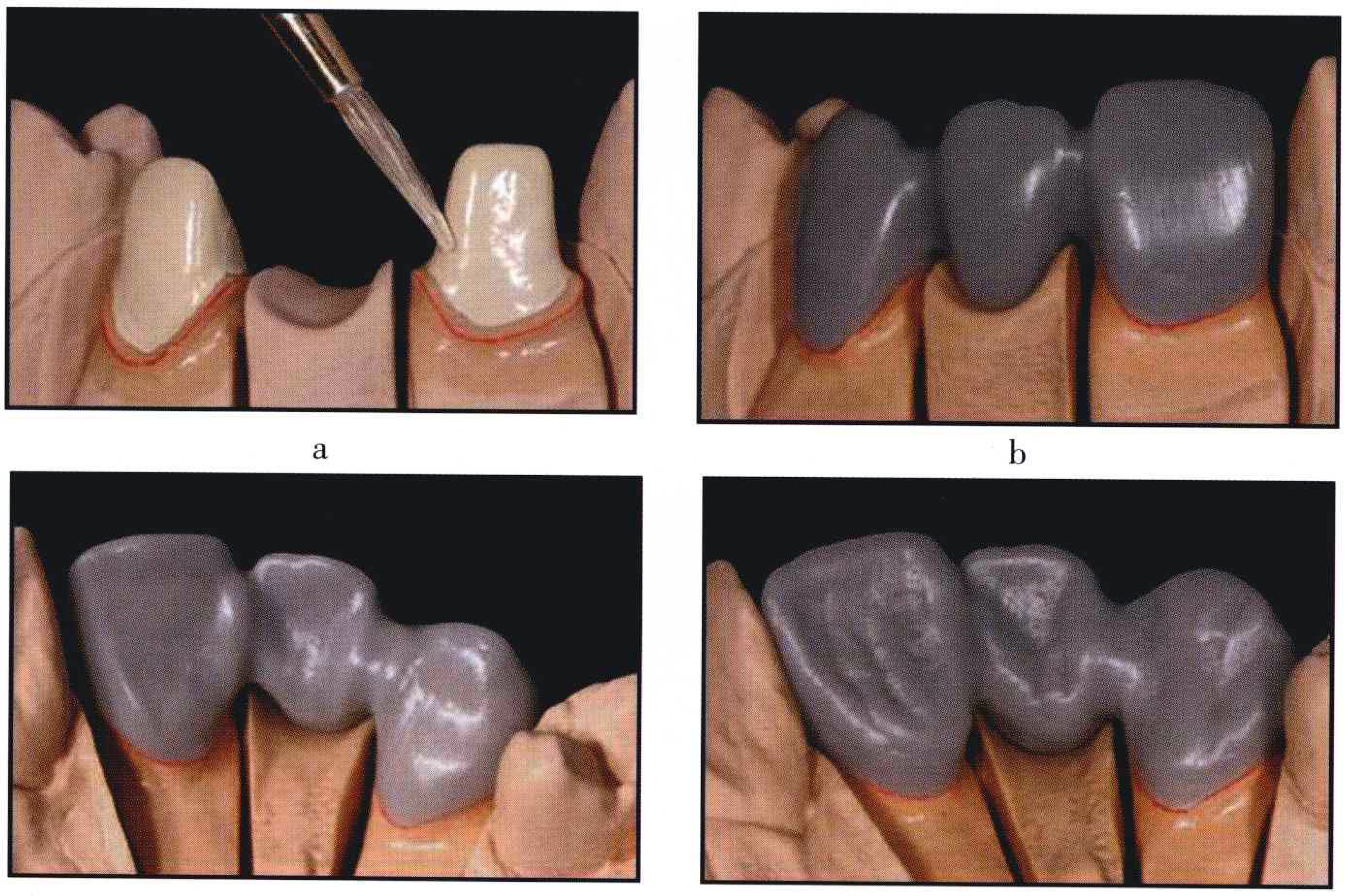


图 9 - 9(a～d)　a. 代型分割完后表面涂布间隙剂、代型硬化剂、蜡型分离剂；b、c、d 按要求制作蜡型，如舌侧咬合过紧，可用蜡全部恢复舌侧外形，铸造后即为高强度核瓷材料，无须再饰瓷

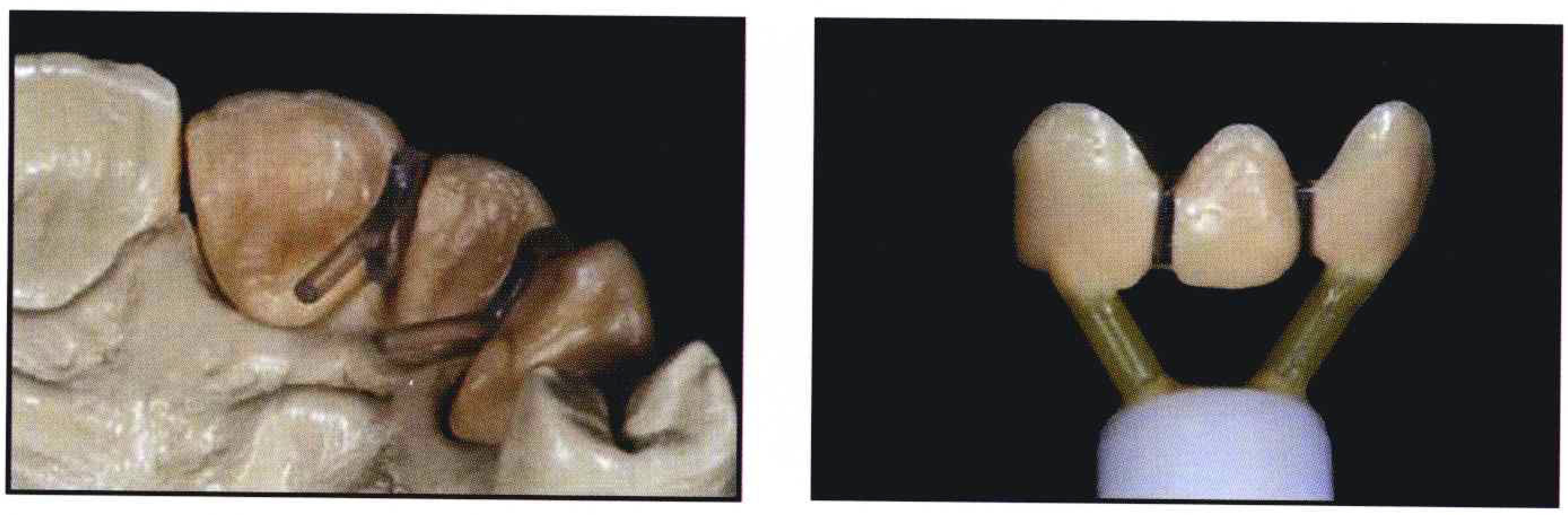
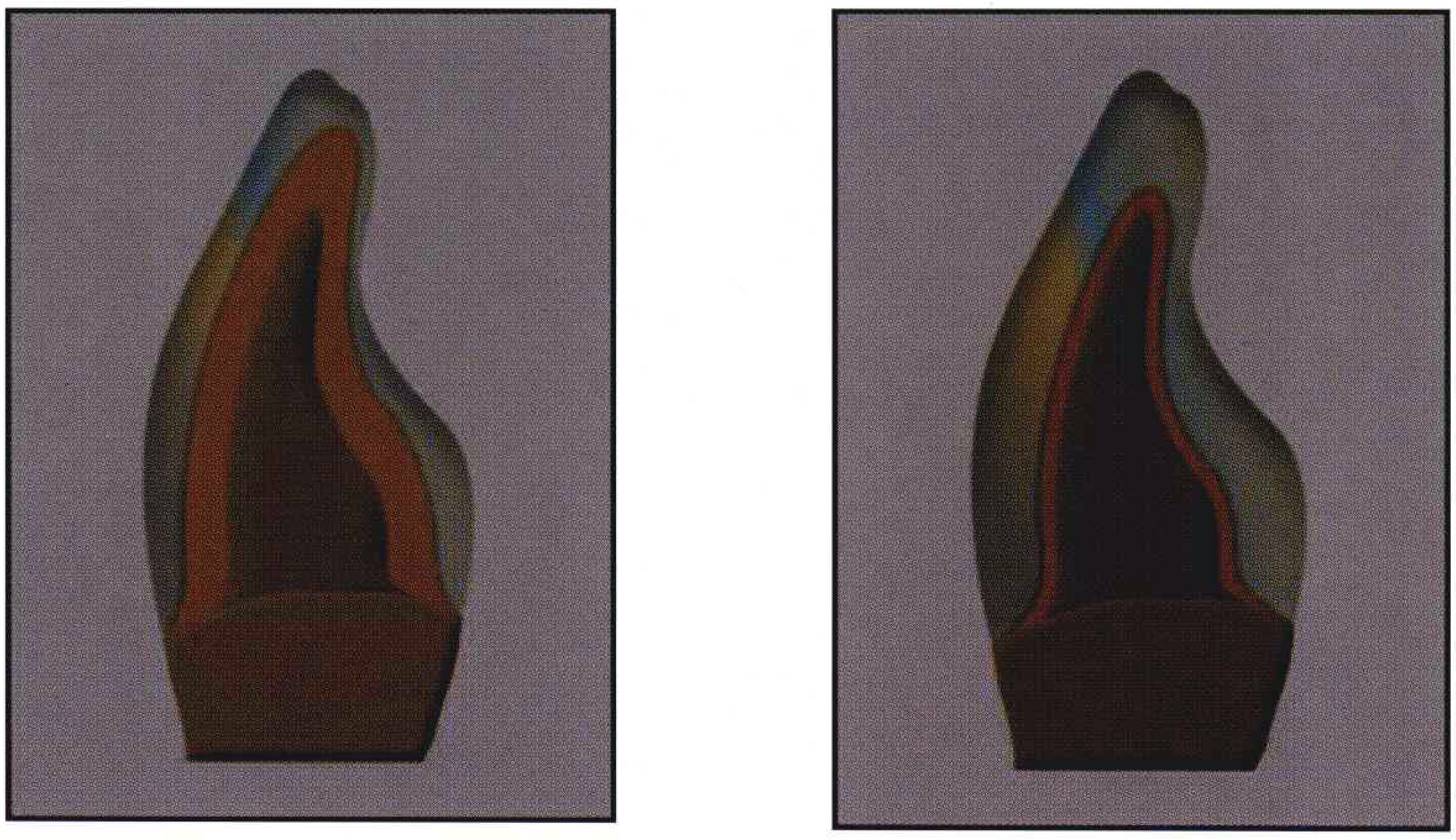


图 9 - 9(e～f)　在蜡型的桥体和固位体交界处连接体的面积必须大于 16 mm²，必要时可采用厂家提供的标准预成连接体；如上下牙间咬合过紧，修复体的舌侧直接用蜡型完成舌侧外形

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

蜡型的制作最好采用回切法制作，以确保铸造后制作基底冠的瓷层有一定的厚度，对于牙体缺损的部位必须用强度高的基底冠瓷层恢复，而不能将基底冠的瓷层做得很薄，最后用强度较低的饰瓷来恢复牙齿的外形，这样易导致表面饰瓷的折裂，见图 9－10。

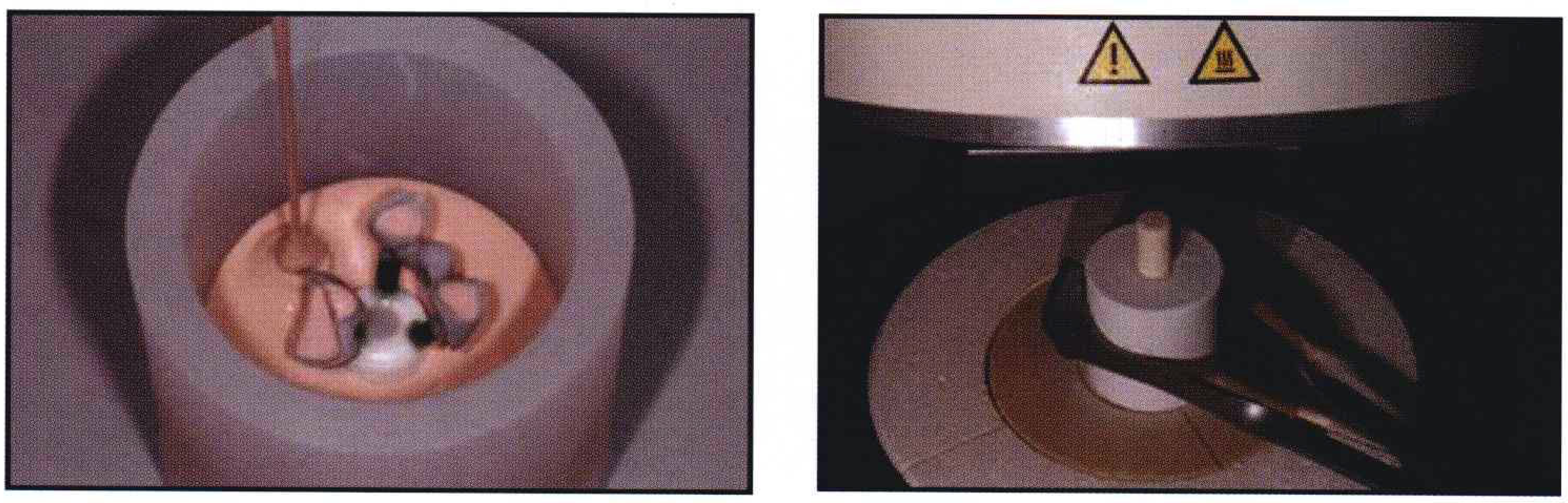


a　　　　b

图 9－10　a. 基底冠应有一定的厚度以保证瓷修复体有一定强度；b. 基底冠过薄

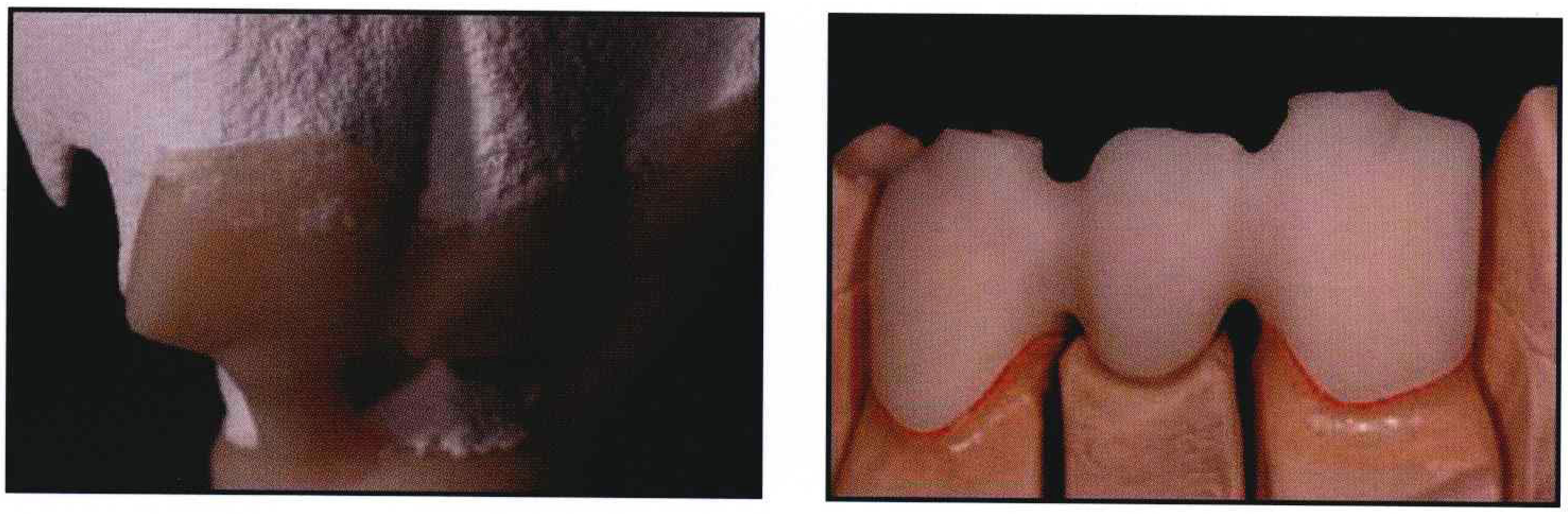
二、包埋及铸造

采用 IPS e. max 专用包埋料，将蜡型常规包埋，见图 9－11a，静置 40 min 后，焙烧。在 EP5 000 热压铸造炉内将 IPS e. max 铸造瓷块放入铸模内进行热压铸造，见图 9－11b。铸造完毕后将模型冷却到室温后，将模型在 2 MPa 压力下喷砂去除陶瓷铸件表面包埋料，切割铸道后在石膏模型上试戴、就位陶瓷支架铸件，见图 9－12。最后采用 1%的氢氟酸清洗全瓷修复体支架。



a　　　　b

图 9－11　a. 如同金属铸造包埋一样，用 IPS e. max 专用包埋料，将蜡型常规包埋；b. 将包埋焙烧好的铸圈放入热压炉内按设定的程序进行玻璃陶瓷的热压铸造



a　　　　　　　　b

图 9-12　a. 模型冷却后，在 2 MPa 压力下喷砂去除陶瓷铸件表面包埋料；b. 切割铸道后在石膏模型上试戴、就位陶瓷铸件

三、支架表面饰瓷

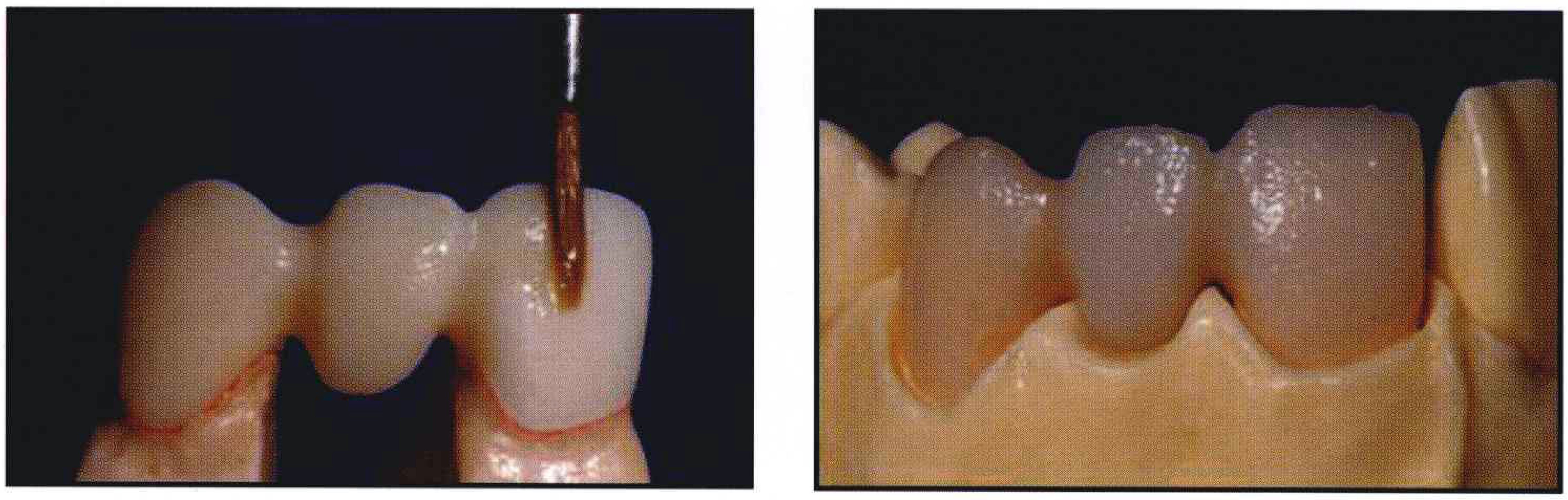
将清洗后的陶瓷支架组织面涂布分离剂，并根据基牙预备体比色结果选择相应颜色的树脂代型材料，制作光固化树脂代型，如图 9-13。然后，将陶瓷支架表面再进行喷砂、清洗后，涂塑瓷层黏结糊剂，烧结如图 9-14，在黏结瓷层表面分层次涂塑颈瓷、体瓷和切端瓷，进行第二次烧结，见图 9-15。根据烧结后的颜色、外形再添加表面饰瓷，必要时进行内染色。最后在患者口腔内试戴合适后再进行抛光上釉处理，完成一个精美的艺术化的全瓷修复体制作，图 9-15。



a　　　　　　　　b

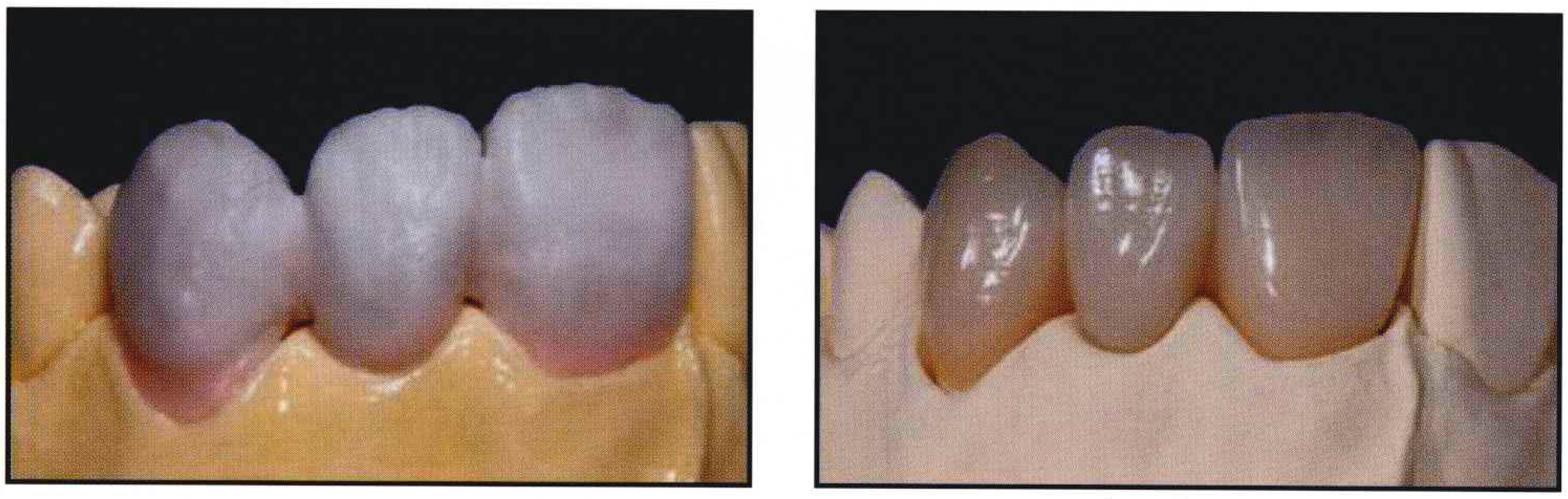
图 9-13　将陶瓷铸件进行打磨、清洗后，在组织面涂布树脂代型分离剂，并根据基牙预备体比色结果选择相应颜色的树脂代型材料，制作光固化树脂代型

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



a　　　　b

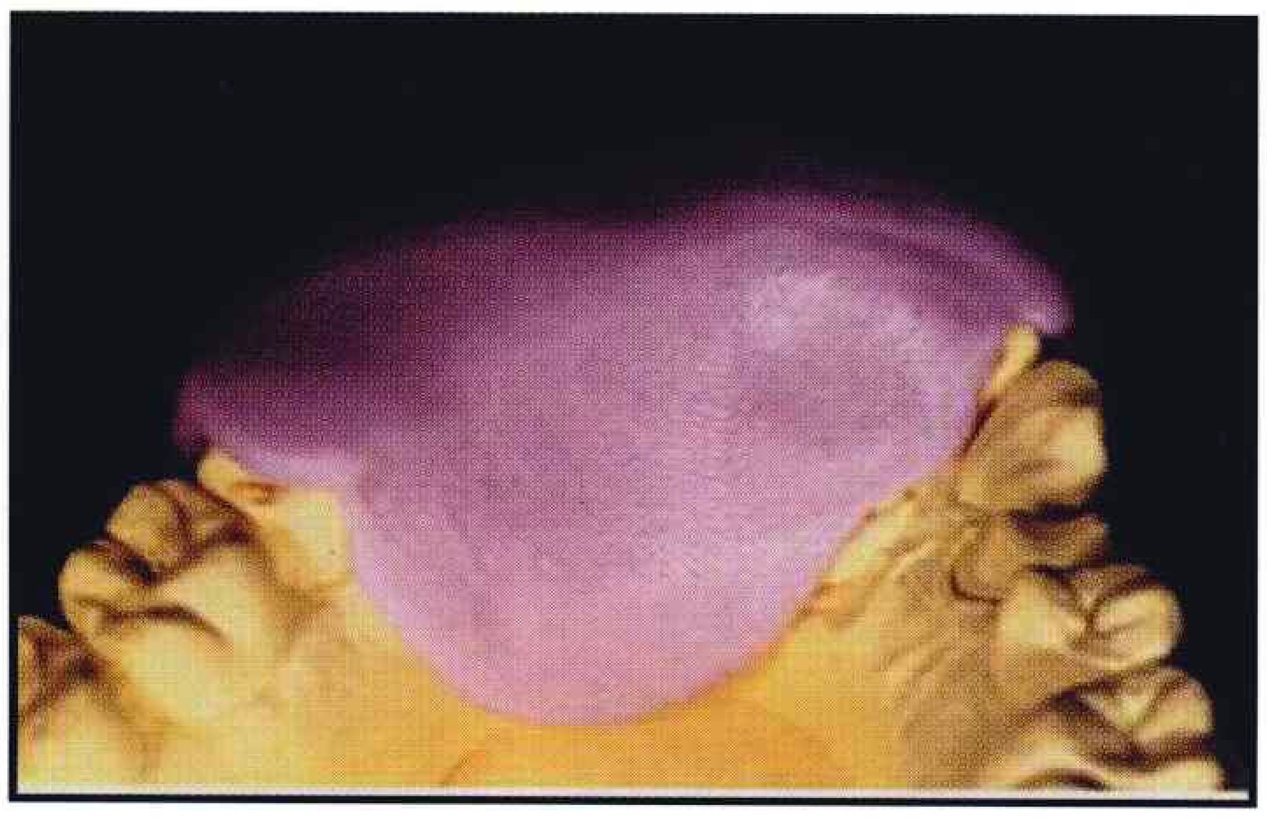
图 9-14　在基底瓷(核瓷)上涂布相应颜色的黏结瓷，然后放在烤瓷炉内进行第一次烧结。烧结完后在支架上堆塑临床比色后要求颜色的牙本质瓷，再进行第二次烧结。此外，如需内部染色，也在此过程中完成。



a　　　　b

图 9-15　在第三次烧结完成后，再在切端、近远中边缘添加特殊颜色的效果瓷，进行第四次烧结，最终完成一个艺术化的全瓷修复体制作

在目前的印模技术水平和患者的口腔基牙条件下，大多数所制取的石膏模型需要进行基牙代型的修整，才能得到一个清晰可见的预备体边缘终止线的外形。而修整磨除的是代表牙槽骨和牙龈的那部分石膏，因此，在石膏模型修整前需要用油泥或硅橡胶复制模型，然后再修整基牙代型，见图 9-16。修整完代型后再将油泥印模复位到石膏代型上，并在表面制作两个小孔，一个为注入道，一个为流出道，见图 9-17。然后将与牙龈色泽相似的流体硅橡胶经注入道注入模型腔，制作出硅橡胶牙龈。复制硅橡胶牙龈在用瓷贴面关闭牙间隙时是必不可少的步骤，代表牙龈的石膏磨除后技师将无法预测牙齿外展间隙的大小，因此无法制作正确的牙齿外形。只有在硅橡胶牙龈外形的指导下才能合理地制作出牙齿外展隙的外形，使戴入口腔内的修复体能够有一个合适的外展隙外形，以维护牙周组织健康，见图 9-18。


a

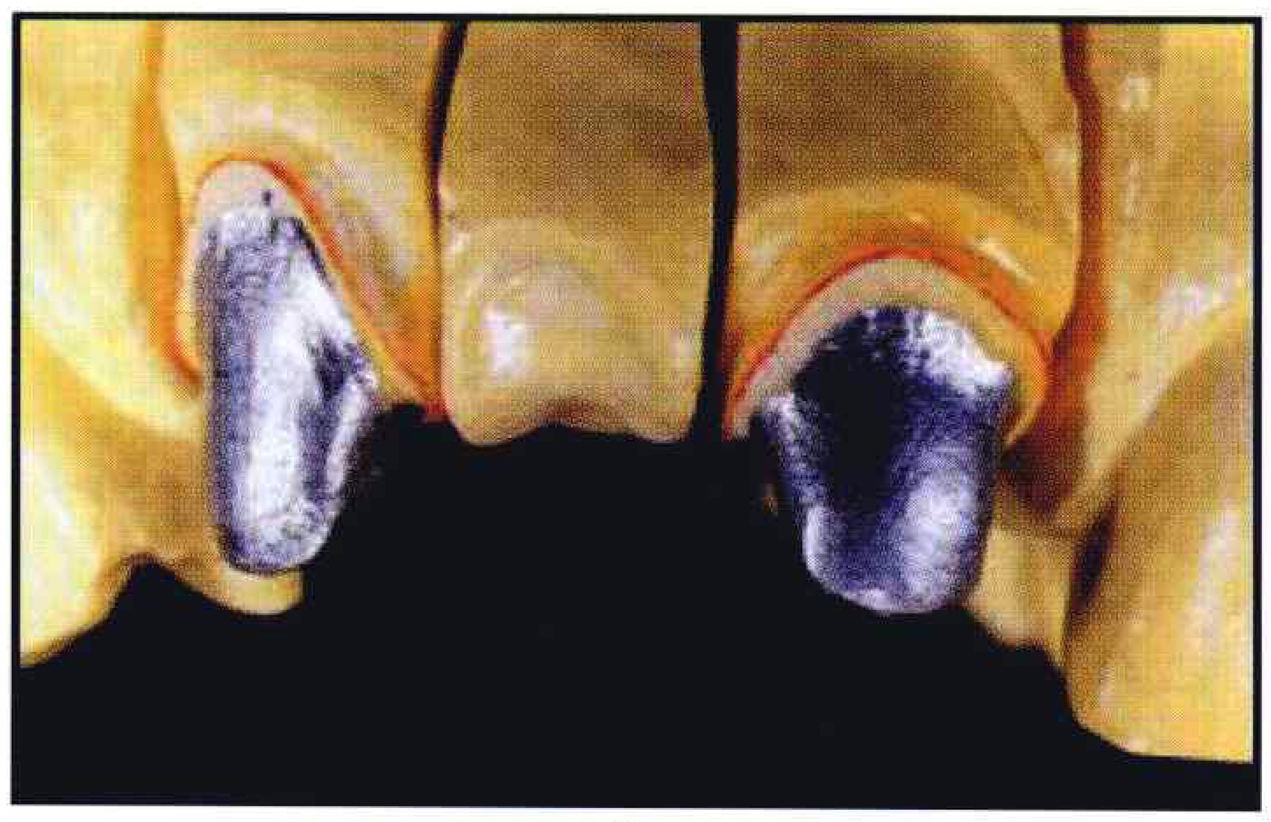
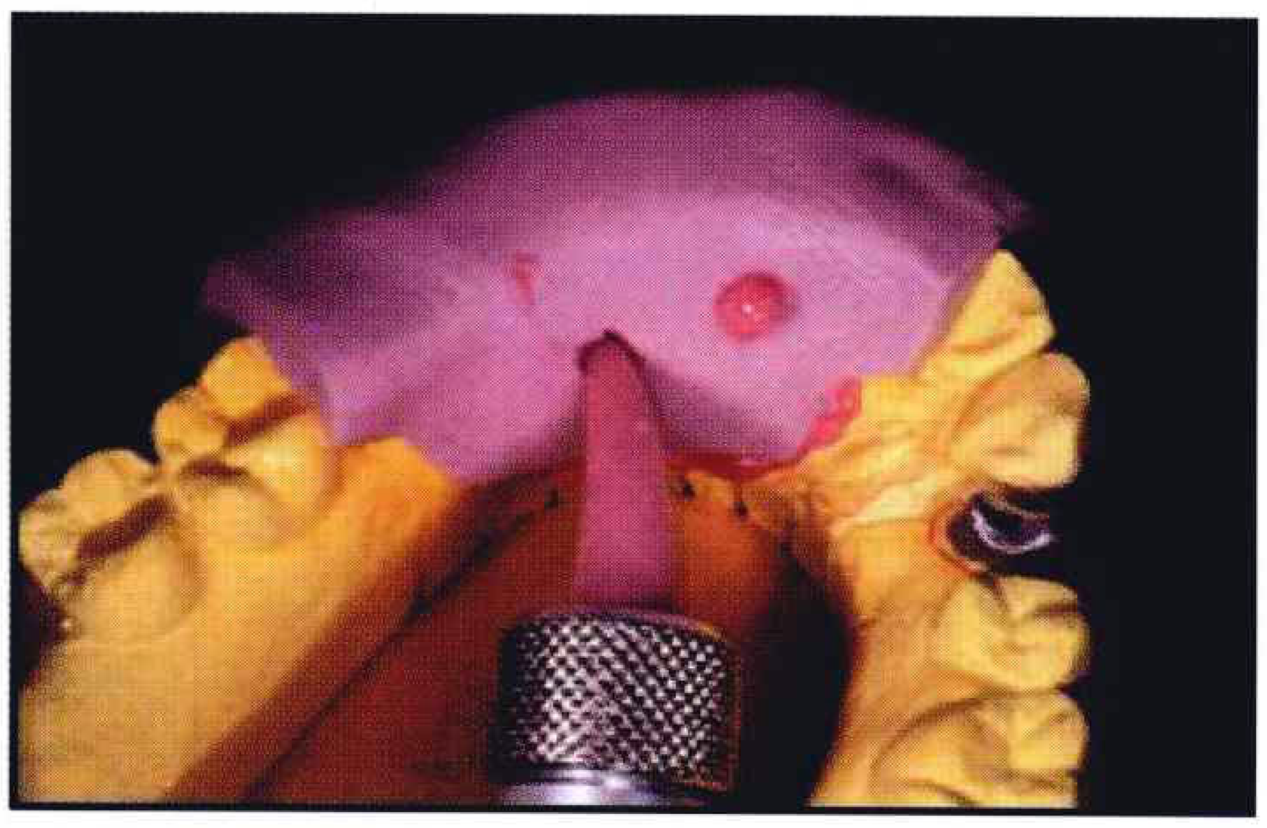

b

图 9－16　a. 用油泥或硅橡胶复制模型；b. 修整石膏代型，并进行代型表面处理


a

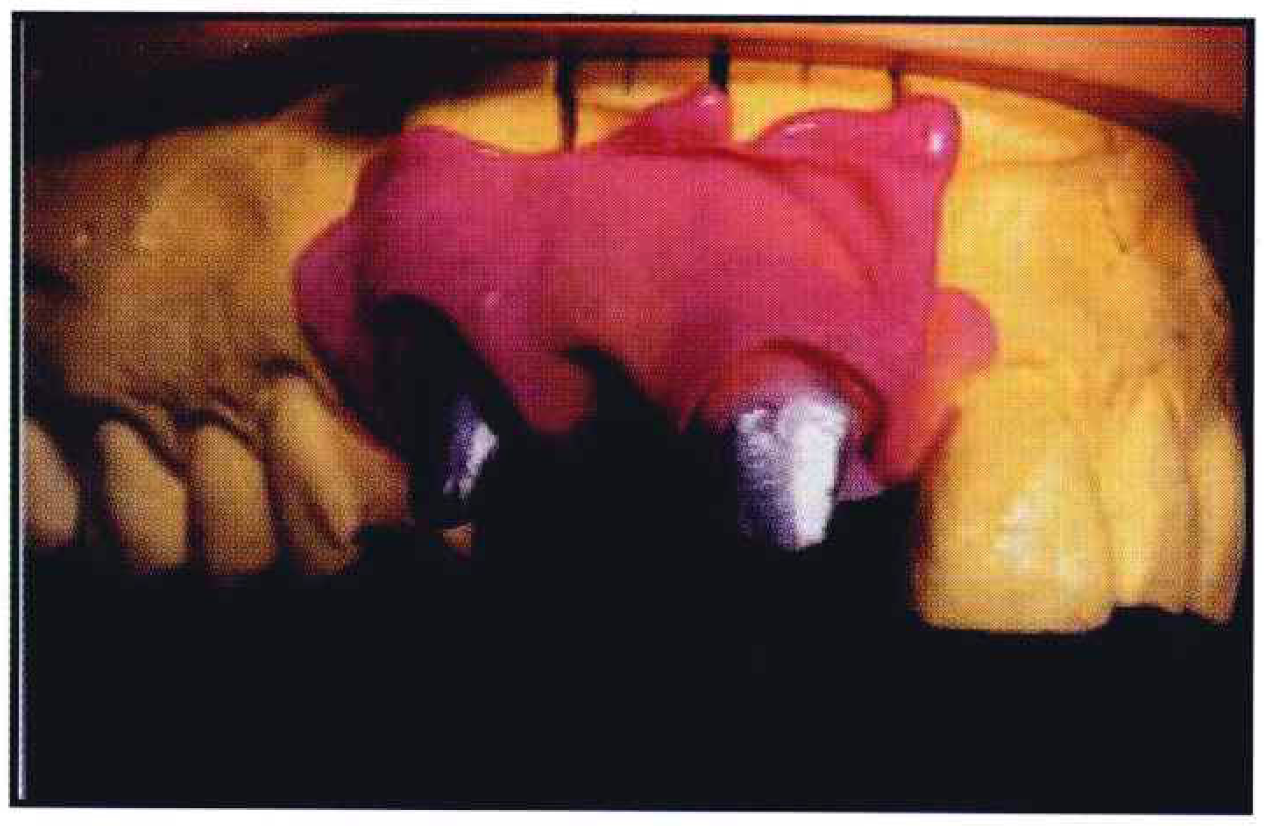
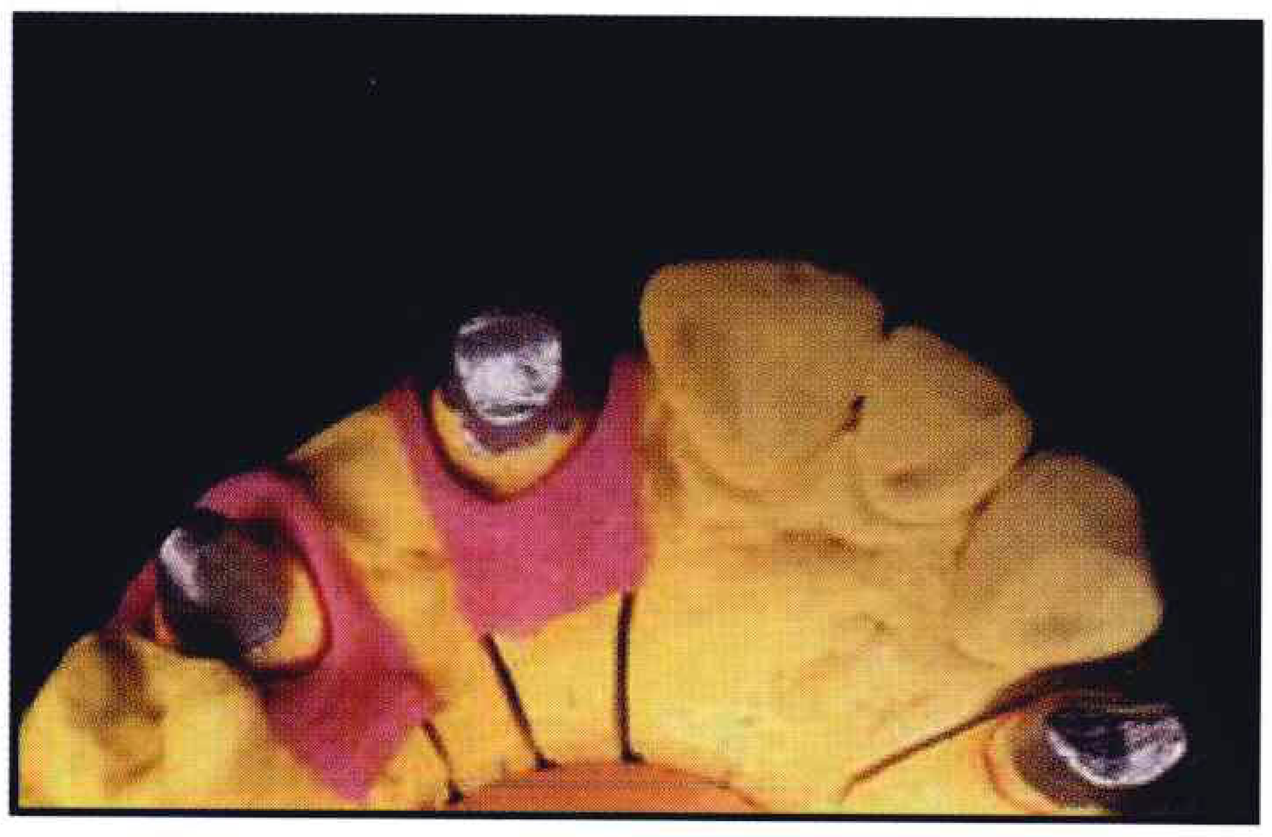

b

图 9－17　a. 将色泽类似牙龈的流体硅橡胶注入模腔，制作牙龈；b. 完成后的牙龈


a

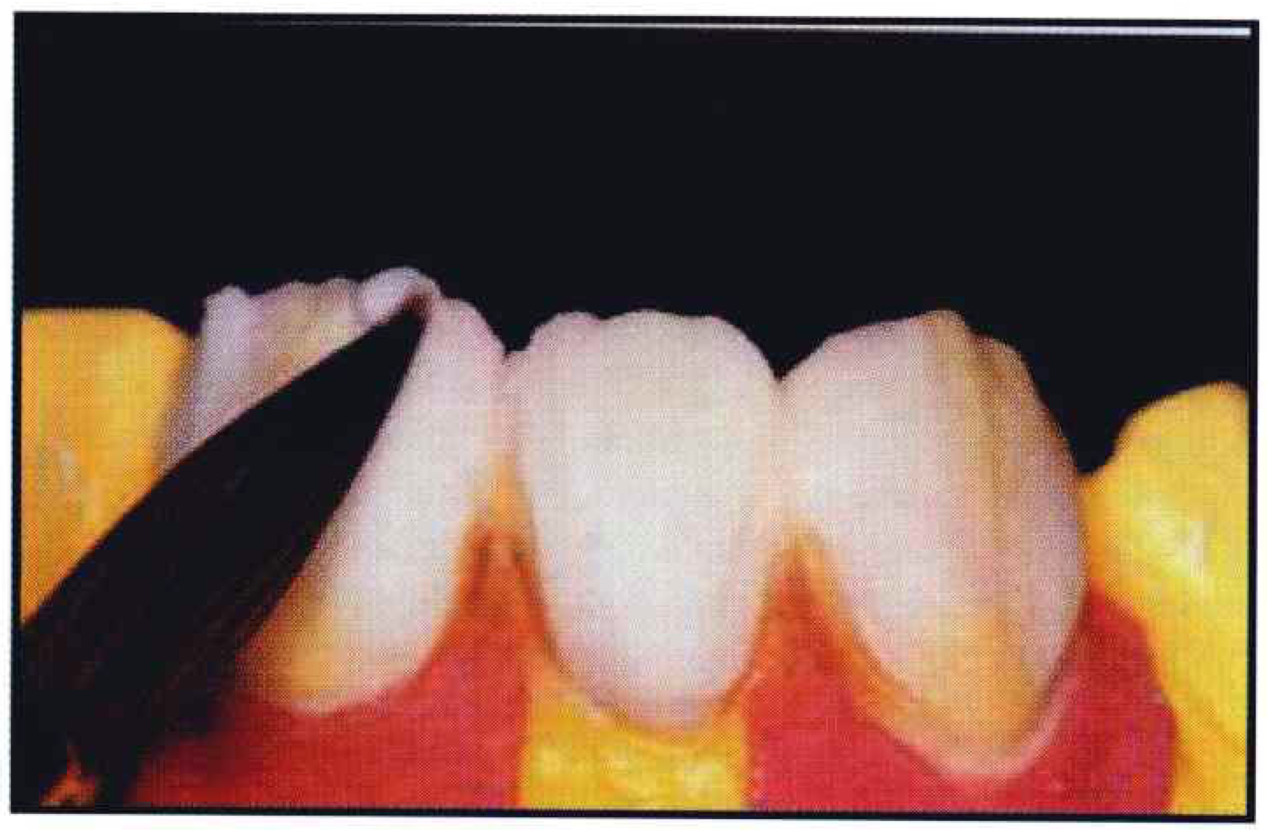

b

图 9－18　以硅橡胶牙龈为指导对瓷边缘及外展隙进行修饰

四、多单位固定全瓷桥的制作

由于热压铸造二硅酸锂玻璃陶瓷、镁铝尖晶石陶瓷、氧化铝陶瓷的强度在 400～600 MPa，故不适合制作跨度较大、咬合关系较紧的全瓷固定桥支架。因此，需选择强度较高的二氧化锆陶瓷作为全瓷修复体的支架材料。同时，采用需要牙科专用的 CAD/CAM 进行设计加工制作。目前，全世界有几十家企业生产牙科专用 CAD/CAM 设备，主要有 3M ESPS 公司的 Lava 系统，Dentsply 公司 Cercon 系统，Sirona

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

公司 Cerec in Lab 系统，Kavo 公司 Everest 系统和 Nobel Biocare 公司的 Procera allceram 系统，图 9－19 是采用 Cerec Ⅲ系统进行模型扫描，然后借助于 CAD 软件进行修复体的设计，最后经过 CAM 加工制作完成的六单位的全瓷固定桥。目前，新一代的计算机软件已经可使修复体的设计更加结合临床实际要求，如自动规定了连接体面积大小，利用对颌牙咬合印模的硅橡胶记录控制基底冠设计的厚度等先进的辅助功能，使得牙科 CAD/CAM 系统在制作修复体时更加智能化、人性化，见图 9－19、图9－20。

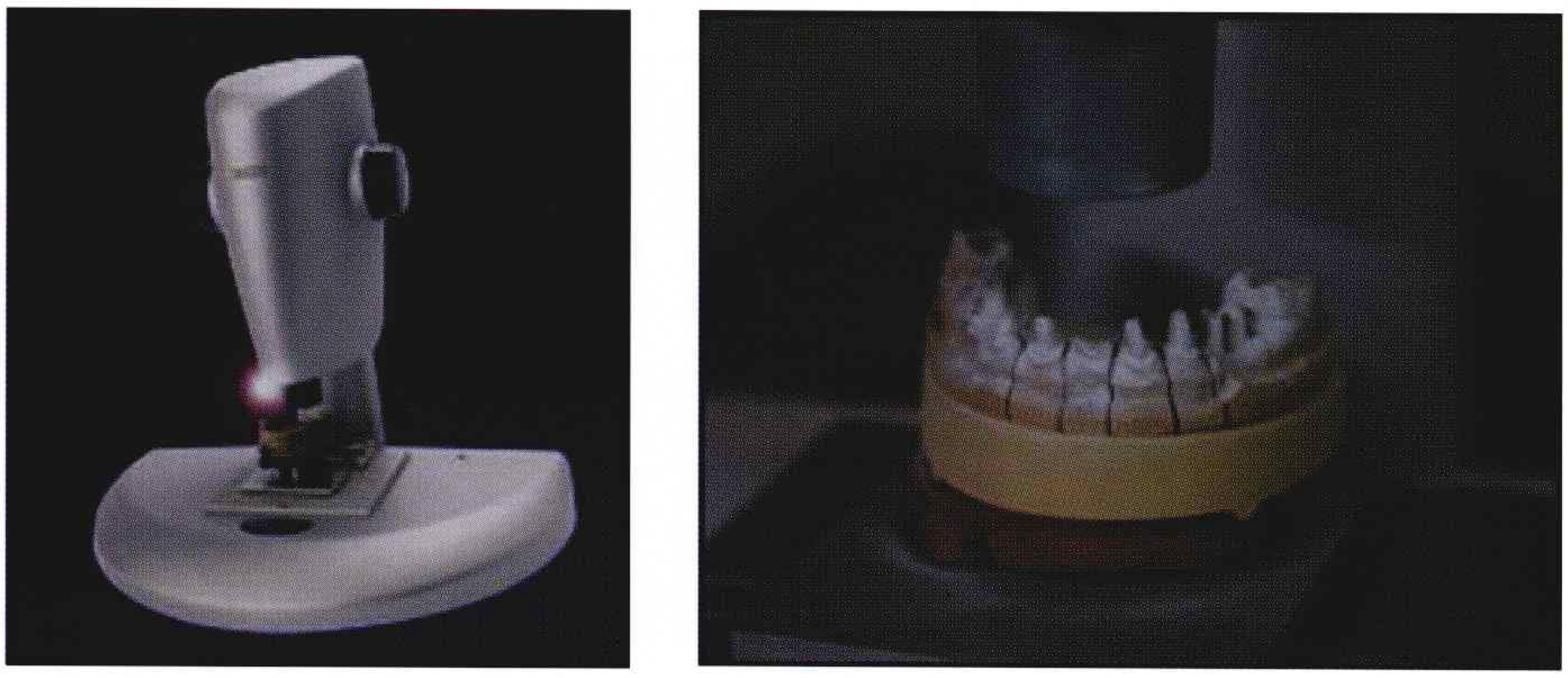


图 9－19　将修整好代型的模型放在光学扫描仪下进行扫描，并将清晰、准确的图像实时输入计算机

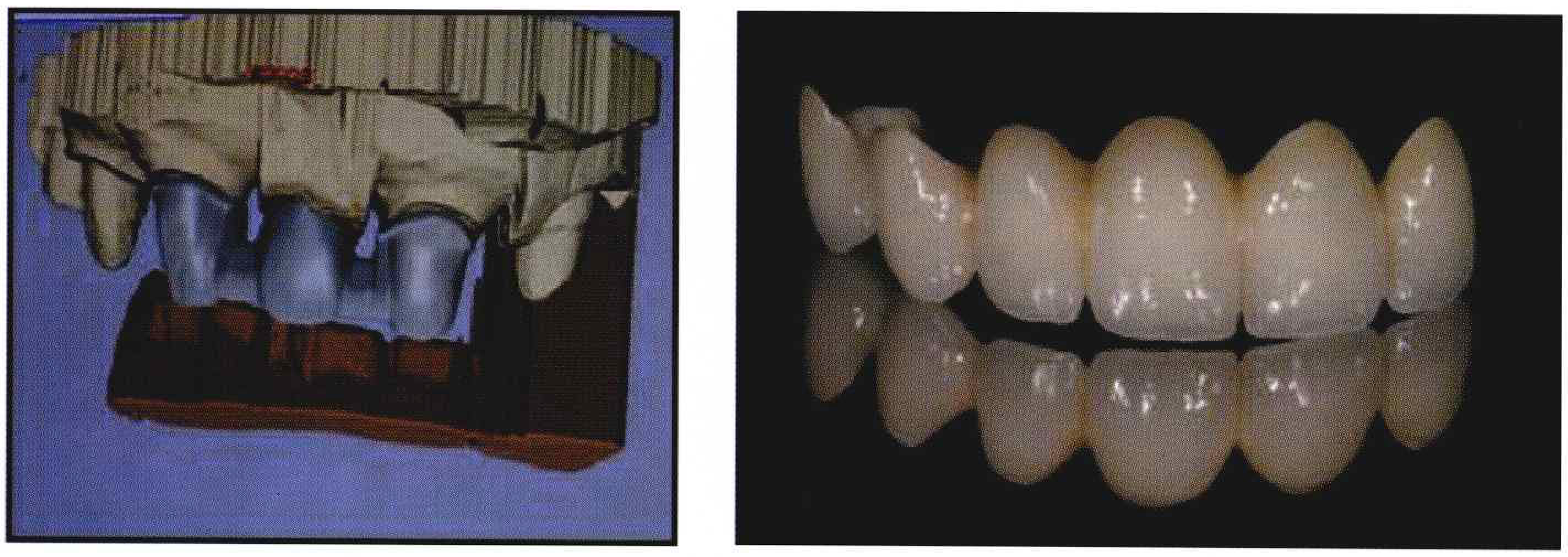


图 9－20　在计算机视屏上对模型进行修复设计，将设计完成的修复体数字模型传入 CAM 加工中心，加工氧化锆支架。然后，进行氧化锆坯体的二次烧结、表面饰瓷，完成六单位的氧化锆全瓷修复体

另外，目前国内的氧化锆陶瓷材料市场品种繁多，生产厂家不计其数，但尚缺乏一个质量控制标准，每个厂家因使用的原材料不同，制作成型工艺不同、烧结工艺不同等，均会导致制作的氧化锆全瓷修复体机械性能和光学性能上有很大差异，如图 9－22，特别是核瓷与饰瓷的结合强度的差异，将会极大地影响修复的临床使用寿命。因此，临床医师应慎重选择其产品。

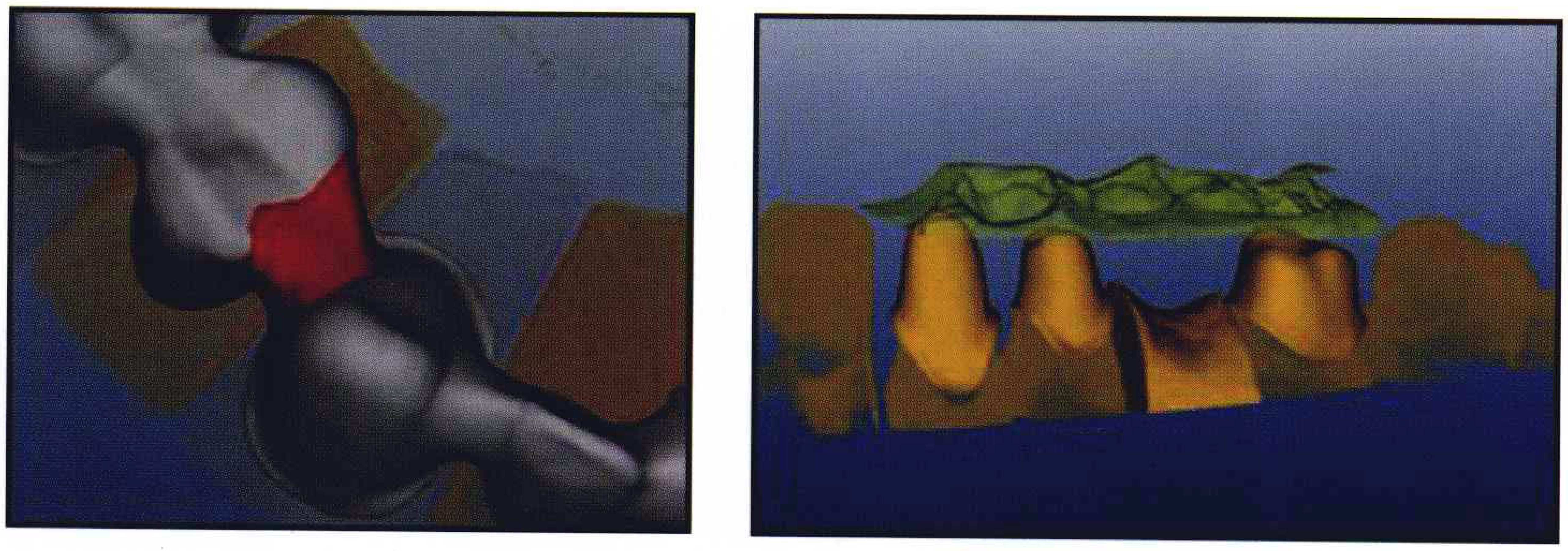


图 9-21　另外，在计算机视屏上多角度对模型进行观察分析，并可结合硅橡胶的咬合记录上下颌牙之间的咬合关系，调节舌侧(或咬合面)厚度和切端的长度；桥体和固位体之间连接体的面积前牙区必须大于 9 mm^2，基底冠的厚度须大于 0.5 mm

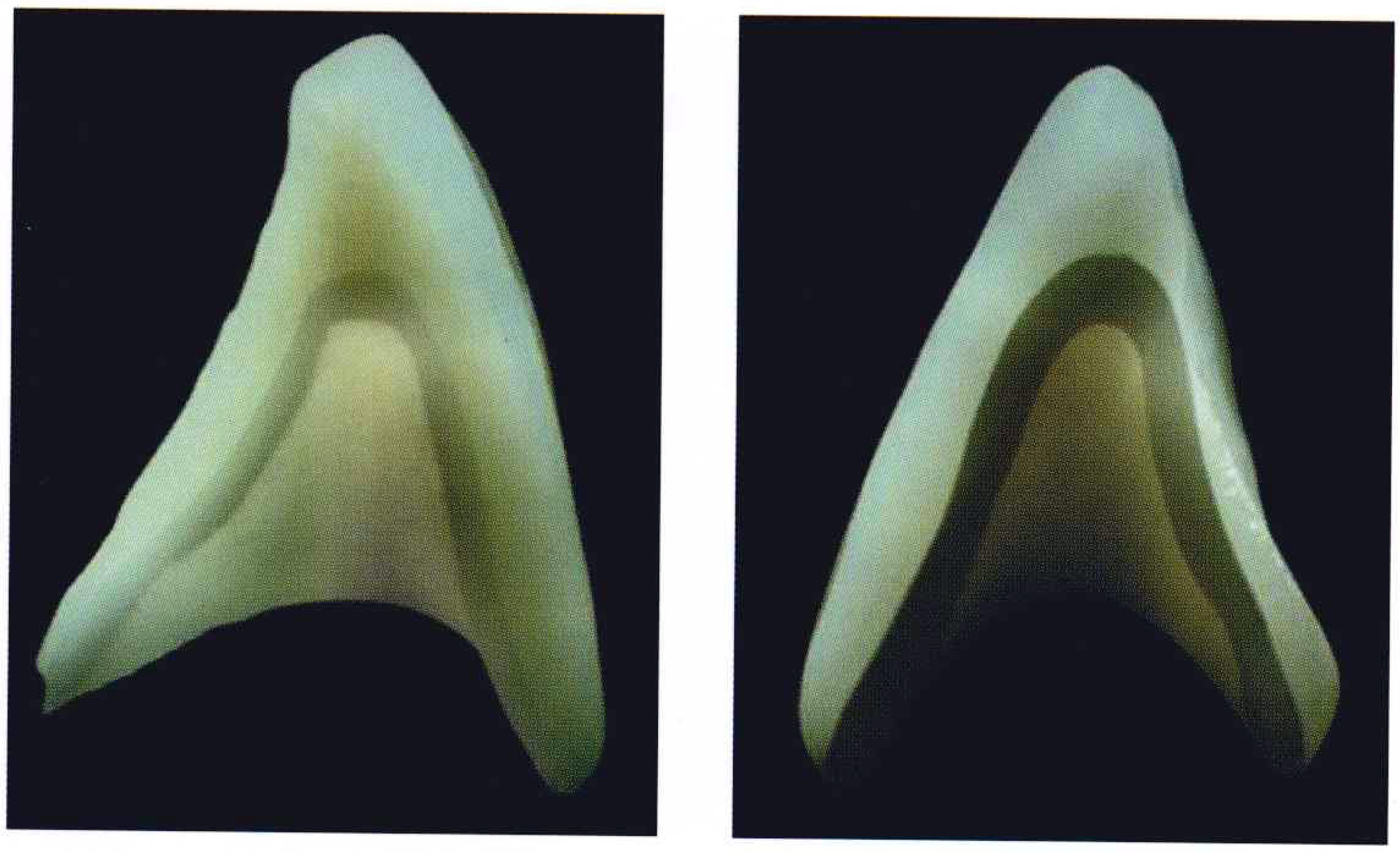


图 9-22 不同厂家生产的预烧结氧化锆，由于生产工艺不同、添加剂不同、二次烧结温度的不同而导致了氧化锆基底冠的透光性不同，直接影响其最终修复体的美学效果

参 考 文 献

[1] Grossman DG. Machinable glass-ceramics based on tetrasilicic mica[J]. J Am Ceram Soc, 1972, 55:446.

[2] Thompson JY, Bayne SC, Heymann HO. Mechanical properties of a new mica-based machinable glass ceramic for CAD/CAM restorations[J]. 1996, 76:619.

[3] 骆小平，赵云凤. 牙科全瓷冠修复的研究进展[J]. 中华口腔医学杂志，2000, 35:321.

[4] Monokian HH. CAD/CAM and esthetics[J]. J Am Dent Assoc, 2009, 140:15.

[5] Beuer F, Neumeier P, Naumann M. Marginal fit of 14-unit zirconia fixed dental prosthesis retainers[J]. J Oral Rehabil, 2009, 36:142.

[6] Vigolo P, Fonzi F. An in vitro evaluation of fit of zirconium-oxide-based ceramic four-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems, before and after porcelain

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

firing cycles and after glaze cycles[J]. J Prosthodont, 2008, 17: 621.
[7] Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, et al. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience[J]. Dent Mater J, 2009, 28: 44.
[8] Wiedhahn K. From blue to white: new high-strength material for Cerec—IPS e. max CAD LT [J]. Int J Comput Dent, 2007, 10: 79.
[9] Wolfart S, Eschbach S, Scherrer S et al. Clinical outcome of three-unit lithium-disilicate glass-ceramic fixed dental prostheses: up to 8 years results[J]. Dent Mater, 2009, 25: 63.

第十章　全瓷修复体的黏结

自从第一个全瓷修复体问世以来，牙科陶瓷材料经历着不断的更新和发展。目前很多全瓷系统在强度方面已有很大程度改进，大都超过了牙釉质的抗弯强度（65～75 MPa），然而其临床使用寿命并没有明显延长。因此，有学者认为全瓷修复体的成功除了与自身的机械性能有关外，长期有效的黏结亦是一个关键所在。黏结剂作为瓷修复体与基牙牙体组织间的中间介质，它的介入对瓷修复体内应力的转移和分散承担着非常重要的作用。若黏结剂能将瓷修复体与牙体组织如同牙釉质和牙本质那样紧密相连结合成一个整体，则能使承载的咬合力迅速有效的分散和缓冲，避免了瓷修复体在患者咀嚼过程中因过大的咬合力作用而产生破损和折裂。

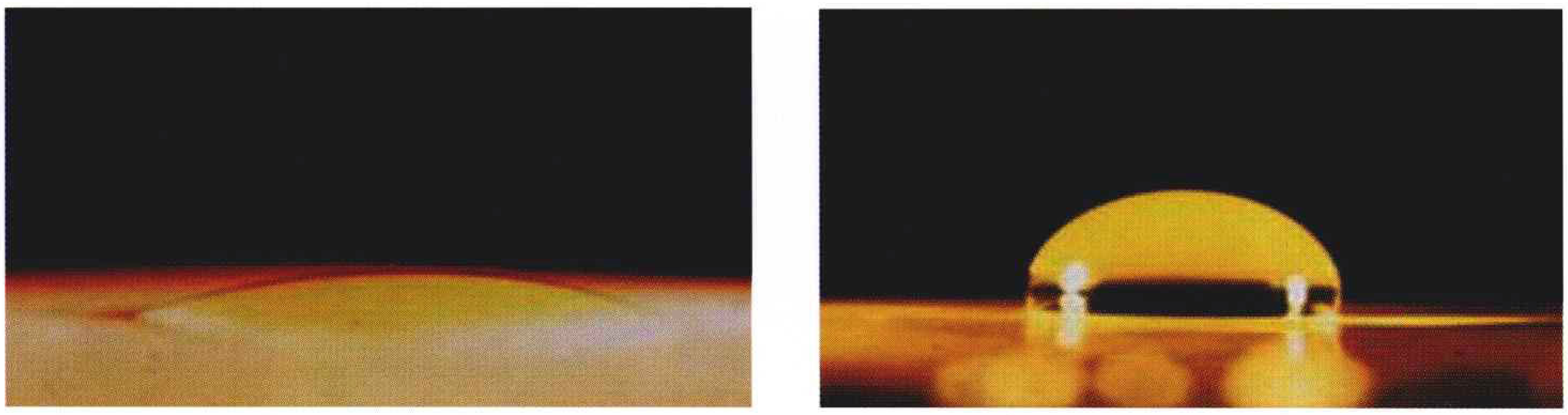
第一节　全瓷修复体黏结的基础理论

黏结是指两个同种或异种的物体在接触时通过黏结材料发生的相互作用。黏结材料在黏结时是液状的，能够在固体表面充分流动，并在两个物体表面充分浸透后，迅速固化使被黏结物体固定。固化后的黏结材料不仅要有足够的硬度，也要能和被黏结物体获得持续的结合。固化前的黏结材料在物体表面要有良好的润湿性，能够浸入物体表面细微的部位，固化后要求其具有固定被黏结物体的凝集力和结合力。凝集力和结合力分为化学结合，氢键结合和范德华力。同时，不同材料间的机械嵌合力也对黏结强度有较大的影响。通常黏结的过程被认为是以下几种机制相互作用的复杂过程。

一、吸附机制

吸附理论认为黏结作用是由黏结剂分子和被黏物分子间的作用力所产生的，当两者接触后，分子相互接近达到一定程度时便会产生范德华力和氢键结合力，将两种物质结合在一起。为了使两种不同分子能够充分接近，就要求黏结剂能充分润湿被黏物体的表面，也即被粘物体要求有一定的可润湿性（Wetting），如图 10－1。临床上，在全瓷修复体黏结的过程中所采用的各种清洁和表面处理的方法都具有提高基牙和陶瓷润湿性能的作用。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



a　　　　　　　　b

图 10-1　物体不同的表面状态对液体的润湿性能相差较大。a. 物体表面对液体的润湿性较好，液体在固体表面铺展范围大；b. 物体表面对液体的润湿性较差，液体在固体表面呈团聚状

二、机械结合机制

机械结合理论认为黏结剂可以渗透到被粘物体表面的空隙中去，固化后与被粘物体表面形成机械锁结结构。不论是对牙体组织的酸蚀还是对陶瓷表面进行的喷砂、酸蚀、机械打磨等表面处理手段，都是为了获得微观粗化的表面，便于黏结剂渗透形成机械结合。

三、化学键机制

化学键理论认为黏结剂与被粘物体之间可以通过两者原子间的化学反应形成化学键来产生强大的结合力。微机械锁结固位被认为是获得黏结力的前提，但是化学黏结力在持久性方面更具有优势，它能使修复材料和牙体组织之间形成更紧密的连接。牙体组织中的两种主要成分胶原和羟基磷灰石均能与树脂黏结剂产生化学性黏结力，但其与胶原纤维仅能通过氢键获得黏结力，该力相对薄弱且持久性差，特别是在水环境中。然而羟基磷灰石中的钙离子则能与树脂单体的酸性基团形成黏结强度更大的离子键。硅烷偶联剂介导的陶瓷与树脂间的黏结作用也源于该理论。

第二节　全瓷黏固剂的种类及其特点

临床上用于全瓷修复体的黏固剂主要可以分为：① 水基类水门汀：含有金属氧化物或盐，与酸通过中和反应而固化。如磷酸盐类水门汀、聚羧酸盐水门汀、玻璃离子水门汀。有研究认为这些水门汀在反应过程中酸性较大，增加了陶瓷修复体表面产生缺陷的可能性；② 树脂基类黏固剂：含有黏结单体和引发体系，通过单体的聚合反应而固化。

一、水基类水门汀

磷酸锌水门汀的黏结作用是因所含的磷酸能溶解部分牙面，使得表面粗糙产生机械嵌合力，但其本身并无黏结力。且此类水门汀固化时有游离酸析出，对牙髓有一定的刺激性。顾新华等在比较不同水门汀对 IPS Empress 2 边缘适合性的影响实验

中发现，用磷酸锌黏固的全瓷冠边缘破坏溶解，出现明显缺损。聚羧酸锌水门汀除了与牙体组织间有机械嵌合力外，未反应的羧基还能与牙表面的羟基形成氢键，并能与牙体组织中的钙离子发生一定程度的络合反应，黏结强度较磷酸锌有所提高。玻璃离子水门汀是聚羧酸盐类水门汀的改良产品，黏结原理与聚羧酸锌相似。它的特点是黏结性较好，能释放出氟离子，对牙髓刺激性较小，色泽较美观。但其黏固初期易发生水解，会导致黏结剂内部产生促进裂隙生成和扩展的微裂纹。以上水基类水门汀自身的机械强度均较低，支持作用有限，承载压力后易碎裂，导致边缘微渗漏、着色、牙髓激惹及继发龋、冠脱落等并发症，因而其在全瓷修复中的使用已越来越少。

二、树脂基类黏固剂

根据 ISO4049：2000 标准，用于嵌体、贴面、全冠、固定义齿或正畸附件等基底材料及修复体黏固的合成树脂类黏结剂被命名为聚合物基黏结材料（polymer - based luting Material），习惯称之为复合树脂水门汀（resin composite cement）。复合树脂水门汀根据固化形式可分为光固化型（light cure）树脂水门汀、化学固化型（chemical cure）树脂水门汀和双重固化型（dual cure）树脂水门汀。

光固化型树脂水门汀提供了更多的颜色选择，并且有足够的操作时间，树脂固化后颜色的稳定性好，但由于陶瓷材料的厚度、透光性及颜色等都会影响入射光源的强度，所以对透光性较差的氧化锆陶瓷、氧化铝陶瓷则不适用，只能在较薄的硅酸盐基陶瓷修复体中应用。有研究认为只要该类瓷修复体的厚度不超过 2 mm，光源均能有效地透过瓷层表面直至深层，但研究也显示 800mW/cm^2 卤素灯，当穿过 1 mm 厚的玻璃陶瓷时，光强度会锐减到 310mW/cm^2。因此，光固化型树脂水门汀有其使用的局限性，一般主要用于全瓷贴面的黏结。

双固化型树脂基水门汀是目前临床应用最为广泛的陶瓷修复体黏固剂，它含有化学聚合系统中所包括的过氧化物及胺组分，同时还含有光聚合系统的光敏剂。它具有光固化型的快速固化及颜色的多样性选择，同时在光强度减弱的情况下会通过化学固化来减少未聚合双键的量，从而达到最大的单体转化率和黏结性能。一般认为双固化树脂基水门汀不能单独依靠化学固化组分，否则会出现较高的溶解度及吸水率，导致黏结剂的机械性能降低，色泽稳定性变差。而对于金属基底，高强度陶瓷等不透光修复体，最好使用双固化或化学固化型树脂基水门汀。

减少填料能显著地改善树脂黏结剂的流动性，增加其对陶瓷表面的润湿性，使得它在修复体表面的分布更为理想。然而增加填料能增强黏结强度，并且混合黏结剂比微充填的黏结剂黏固效果要好。Hahn 等的一项研究发现，瓷嵌体使用高黏性的树脂黏结剂能显著地减少牙本质与黏结剂接触面的微渗漏。高充填的黏结剂能提高修复体边缘的抗侵蚀能力，减少聚合收缩并能更方便地去除多余的黏结剂。而高充填导致高黏性的黏结剂需使用不同的黏结程序，比如说超声波插入技术（利用高频振动产生的能量将树脂黏结剂变得黏性较小，进而能更好地分布到修复体的黏结面上）。不同黏性的黏结剂具有不同的临床优缺点，如果粘性低则不易去除，而粘性高

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

则可能在清洁时将黏结剂从间隙中带出。

大量的临床实践和研究表明:树脂基黏固剂是全瓷黏结的最佳选择。全瓷冠的碎裂多源于陶瓷内表面形成的微裂及由此带来的应力集中,而复合树脂基水门汀则可有效地弥补这些微裂和缺陷。首先,陶瓷黏结面经过处理后,树脂可渗入其中的裂纹,形成断裂面之间的桥结构,限制了裂纹的进一步扩展和延伸;树脂固化时的体积收缩亦可使断裂面间呈现相互靠拢的趋势。其次,在瓷修复体承载后,黏固剂层相邻的两个界面会产生剪切应力,此时,应力值必须达到破坏树脂黏固剂黏结作用的阈值,组织面的裂纹才会继续延伸。树脂还能封闭陶瓷表面的裂纹使之形成屏障,防止水对陶瓷的应力侵蚀作用。同时树脂基黏固剂拥有较高的黏结强度,能增加瓷修复体的固位,Zidan 等通过实验证明磷酸锌水门汀和玻璃离子水门汀通过黏结产生的固位力仅相当于树脂基黏固剂的一半。Nuary 等比较了磷酸锌水门汀、玻璃离子水门汀、复合树脂类水门汀的物理机械性能后发现:磷酸锌水门汀具有最高的刚度和阻射性,但不具有黏结性;双重固化复合树脂基水门汀在抗弯强度、刚度、pH 以及 X 线阻射性等方面均有显著的优势。

第三节　树脂水门汀与陶瓷之间的黏结

复合树脂基水门汀的黏结作用主要体现在与牙体组织和陶瓷表面间的黏结,两者地位相同,缺一不可。首先对于树脂与陶瓷之间的黏结而言,为达到理想的黏结强度需要对陶瓷表面进行适当的处理,不同的陶瓷材料因其结构成分的差异,其处理方式也有所不同。

一、硅酸盐系玻璃陶瓷的黏结

硅酸盐系玻璃陶瓷黏结表面可通过机械打磨、氧化铝喷砂、酸蚀或以上方式的结合使用,使瓷修复体表面粗糙、清洁,并有足够的活性。机械打磨时打磨的程度不易掌握,同时它又可能导致陶瓷内部裂纹的形成。通过扫描电镜观察发现,车针打磨产生的"车辙样"表面,形成的沟槽狭窄,难以提供有效的微机械固位。喷砂一般采用 50 μm 或 110 μm 的氧化铝颗粒,大多数学者认为喷砂也需结合酸蚀才能获得良好的效果,而且 Kern 等在研究中发现,喷砂压力大,范围难以控制,常常会涉及非黏结面,尤其对强度较差的长石瓷为甚,可导致磨损及随之产生的体积改变,影响瓷修复体的边缘封闭性和适合性。酸蚀是目前处理硅酸盐系玻璃陶瓷最常用的粗化方法,陶瓷中所含晶体的数目、大小、分布对酸蚀后固位微孔结构的形成具有重要的影响。一般认为一些低熔瓷或玻璃陶瓷含白榴石晶体较少,不利于形成粗糙表面。目前氢氟酸是酸蚀剂的首选,很多学者通过不同浓度的氢氟酸(一般浓度在 2.5%～10%)以及不同的处理时间对瓷黏结表面进行处理,都取得了较高的黏结强度,并且有研究证实用氢氟酸酸蚀瓷表面后获得的黏结强度比氧化铝喷砂和金刚砂打磨还要高。图 10－2 显示玻璃陶瓷在酸蚀后表面形态的改变,SEM 二维表面观察显示陶瓷表面酸

蚀后呈虫蚀状凹凸不平。在原子力显微镜下(atomic force microscope，AFM)，陶瓷表面酸蚀后呈波浪起伏的小山峰状，比原表面积显著增加，有利于提高树脂与陶瓷之间的黏结强度。在临床应用中，白榴石加强的长石瓷 IPS Empress 以 9.8%的氢氟酸溶液酸蚀 60 s 较为合适；二硅酸锂玻璃陶瓷 IPS EmpressⅡ含有丰富的晶体结构，以 4%氢氟酸酸蚀 40～60 s 较合宜。然而，氢氟酸具有较强的腐蚀性、毒性，可对黏膜等软组织造成损伤，用于口内陶瓷修复体的修补时对患者存在潜在的灼伤风险，在临床椅旁操作必须十分小心，所以一直在寻找替代产品，如磷酸、酸性磷酸氟(acidulated phosphate fluoride，APF)、双氟氢胺(ammonium hydrogen bifluoride，AHB)等。然而，有研究结果显示磷酸对陶瓷表面几乎无任何的酸蚀作用，如图 10-3 所示，磷酸酸蚀的陶瓷表面在与树脂黏结时，因磷酸不能酸蚀陶瓷，被黏陶瓷表面光滑，与树脂之间存在明显的分界面；而氢氟酸酸蚀的陶瓷表面与树脂结合良好。APF 酸蚀作用较弱，延长酸蚀时间至 10 min 后能达到 HF 酸蚀 2 min 的黏结效果；AHB 则与 HF 的酸蚀效果一致。

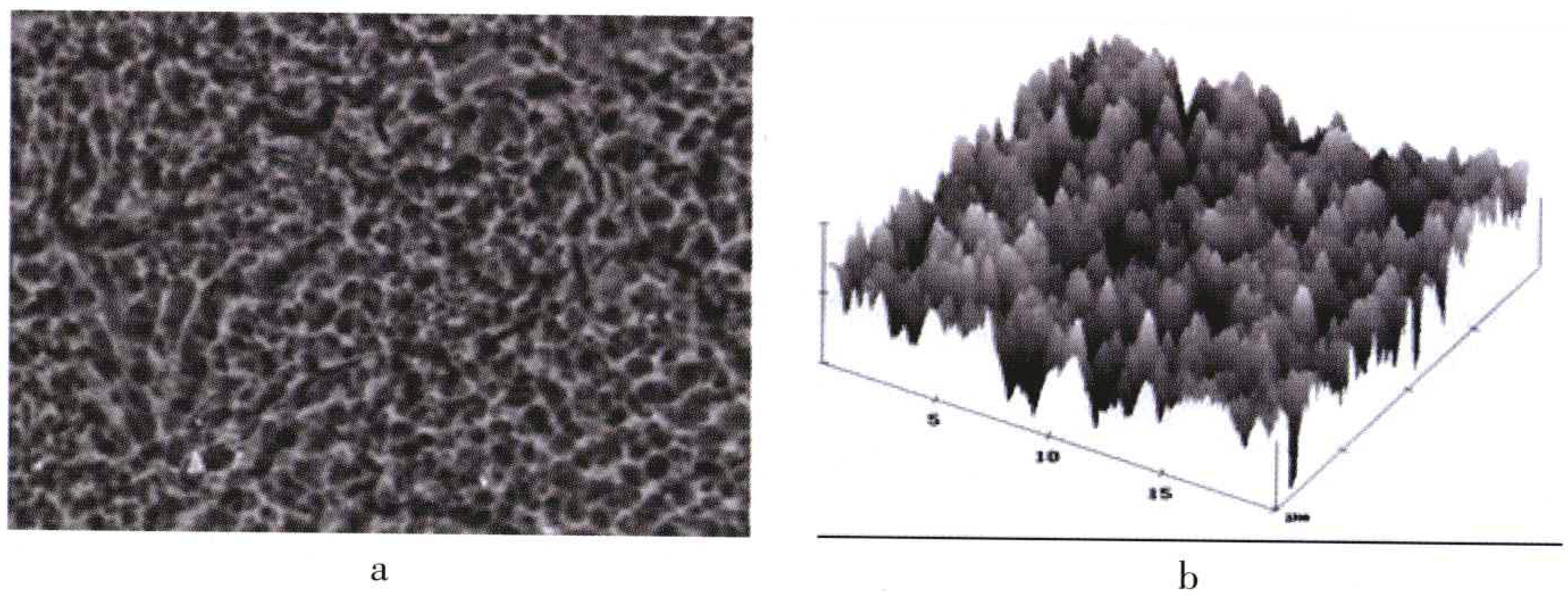


图 10-2　a. SEM 显示玻璃陶瓷经过酸蚀后表面的玻璃基质脱落，晶体暴露，呈现凹凸的不平表面；b. AFM 显示玻璃陶瓷在酸蚀后表面的三维结构

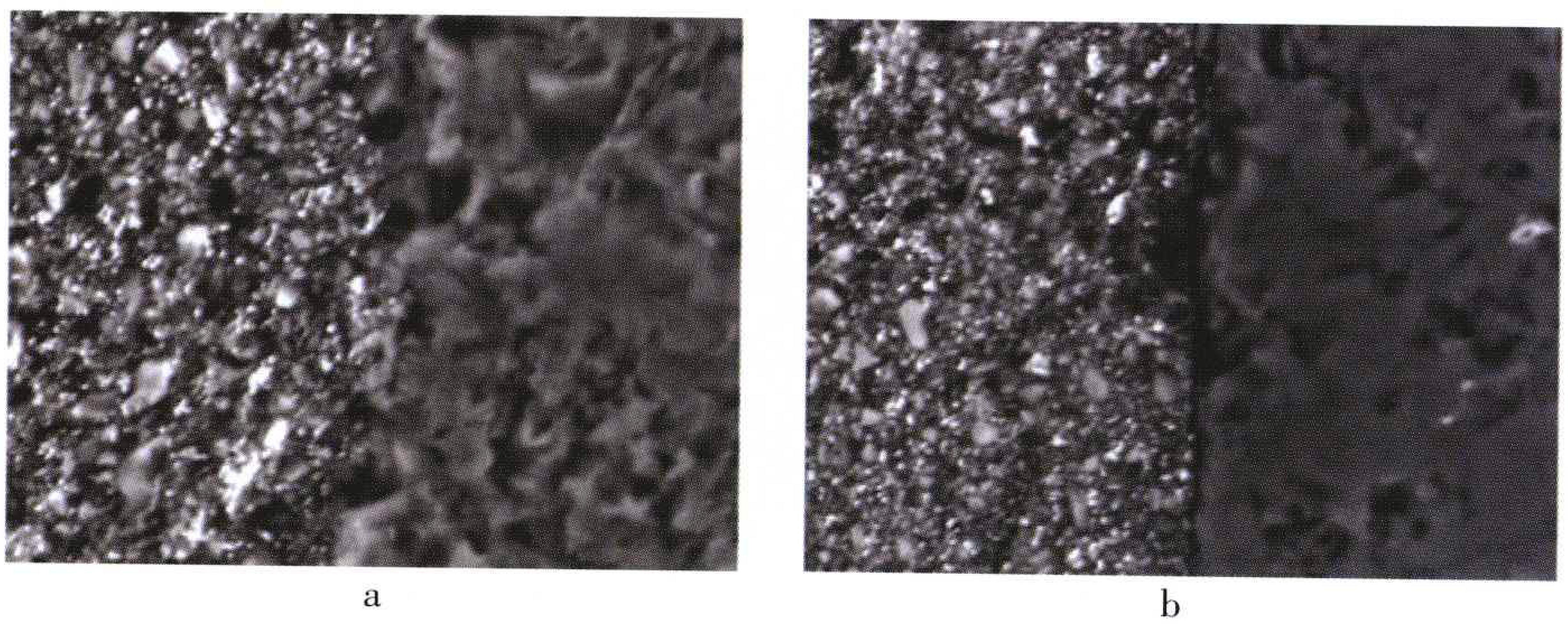


图 10-3　a. SEM 显示玻璃陶瓷经过氢氟酸酸蚀后的表面与 VariolinkⅡ树脂黏结的情况，树脂渗透到酸蚀的陶瓷表面，界面结合紧密；b. 玻璃陶瓷经磷酸酸蚀后的表面与 VariolinkⅡ树脂结合的情况，树脂与陶瓷之间有明显的分界面，瓷表面光滑

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

为达到理想的黏结强度，除了以上通过表面粗化产生微机械固位作用外，还需要采用硅烷偶联剂来进一步提高黏结强度。硅烷偶联剂的作用主要包括两个方面：一是它能增强陶瓷表面的可润湿性；另一个是它能在树脂与陶瓷间形成一个“嵌合层”，起到媒介化学键的作用。硅烷偶联剂中含有双性功能分子，一端能与水分子反应水解形成硅烷醇基团（—Si—OH），后者再与陶瓷表面的二氧化硅发生缩聚反应形成硅氧烷网状结构（—Si—O—Si—O—）。另一端的可降解功能基团，可以和树脂黏固剂的有机基团共聚结合。硅烷偶联剂与陶瓷表面形成的界面共包括三层结构：①外层由少量物理吸附的低聚体构成，该层可在室温下被水或有机溶剂洗掉；②中间层包含了同样的低聚体，并在内部形成少数硅氧键，该层可被热水水解；③内层呈规则的网状结构，该层对水解稳定，是提高黏结强度的关键结构。有研究表明硅烷层能抵抗沸水的水解，也能承受长期浸于水中和冷热循环的影响。硅烷偶联剂的临床应用具有改善修复体边缘封闭的作用，酸蚀联合硅烷化处理能显著减少瓷修复体的边缘微渗漏。

硅烷偶联剂常有两种类型：①预先水解的单瓶型；②由 2～3 种组分的多瓶型，在混合时产生水解反应。有研究表明不同类型的硅烷偶联剂对黏结强度的影响不同。单瓶型对水解敏感且易挥发，容易失效；多瓶型不但稳定，还包含了酸性树脂单体，能加速黏结早期的反应，但也有人认为多瓶型在操作过程中经常会因使用比例的误差造成水解不完全，以致影响黏结强度。同时，Roulet 等对玻璃陶瓷进行不同的表面处理后发现，单纯使用偶联剂不能取得稳定的黏结强度，并建议在瓷表面机械处理和偶联剂联合使用。图 10－4a 显示了 IPS－e. max 玻璃陶瓷 HF 酸蚀后与 Variolink Ⅱ树脂黏结断裂的界面，仅有少量的树脂残留在陶瓷表面。图 10－4b 是 IPS－e. max 玻璃陶瓷在 HF 酸蚀后再在表面涂布硅烷与 Variolink Ⅱ树脂黏结断裂后的界

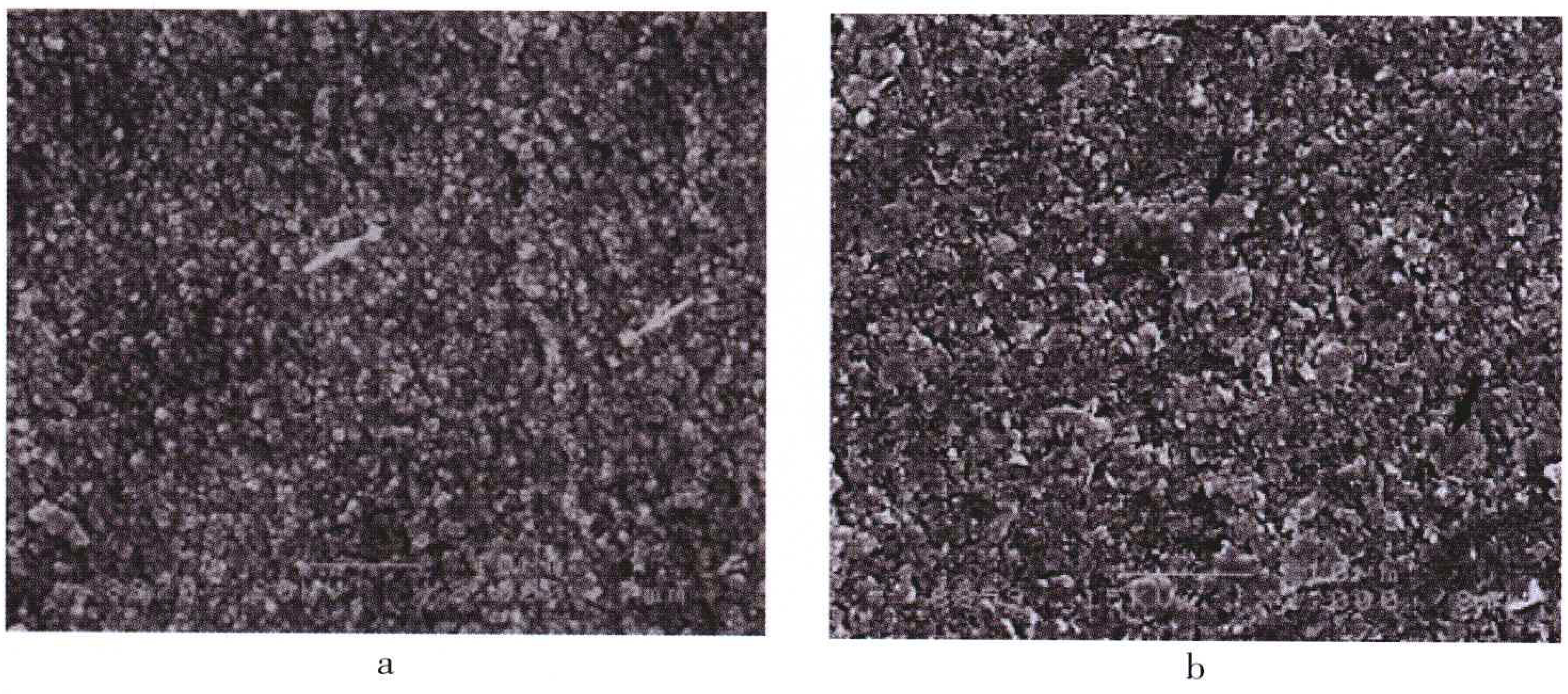


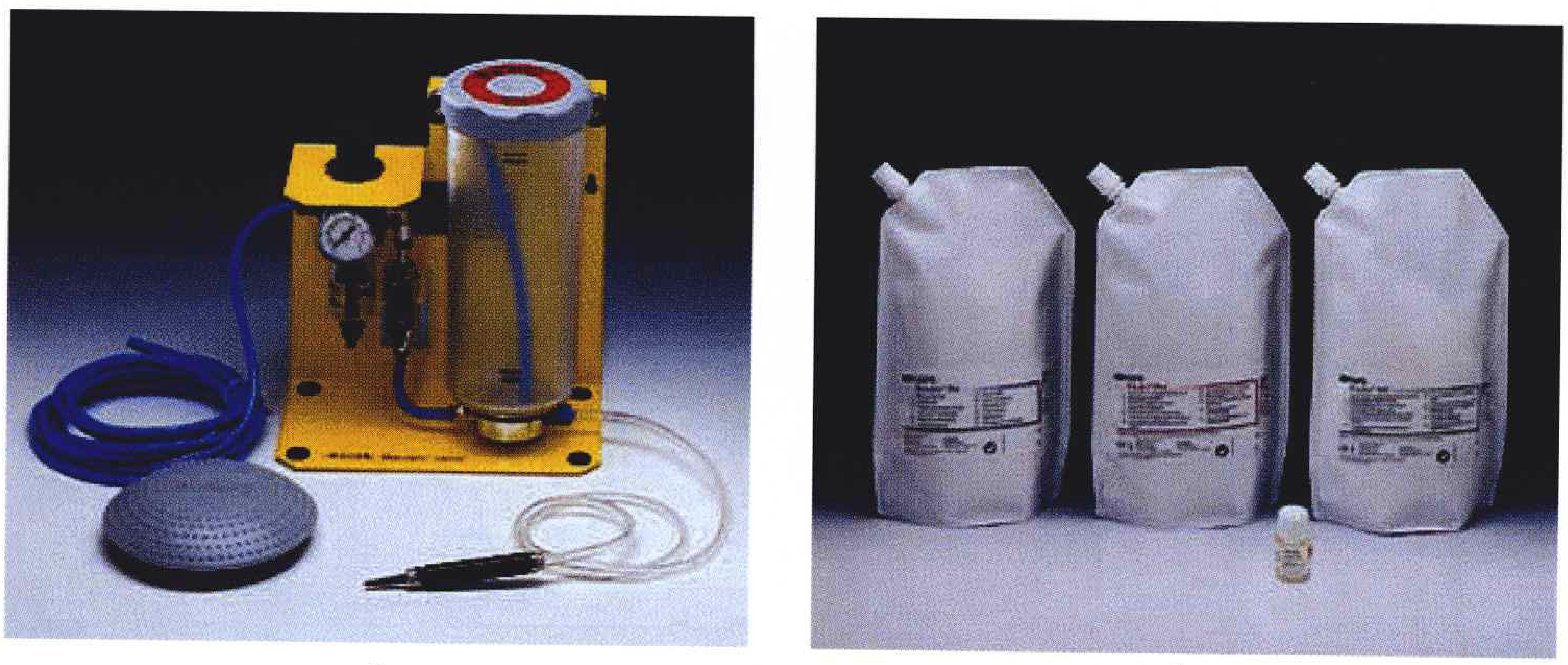
图 10－4　a. IPS－e. max 玻璃陶瓷 HF 酸蚀后与 Variolink Ⅱ树脂黏结断裂的界面，陶瓷表面仅有少量残留树脂；b. IPS－e. max 玻璃陶瓷 HF 酸蚀＋硅烷化处理后与 Variolink Ⅱ树脂黏结断裂的界面，陶瓷表面有大量的树脂残留。

面，陶瓷表面有大量的树脂残留。剪切强度测试表明，IPS－e. max 玻璃陶瓷表面涂布硅烷偶联剂可以显著提高陶瓷与树脂间的黏结强度。临床上，大多数硅烷偶联剂的应用是在黏结前以一个独立的步骤进行，但也有厂家将硅烷偶联剂添加入黏结剂中，与黏结成分混合，如 Clearfil Porcelain Bond Activator 和 Clearfil SE Bond（Kuraray，日本）。

二、非硅酸盐系陶瓷的黏结

氧化铝陶瓷和氧化锆陶瓷缺乏玻璃相及硅酸盐成分，使用酸蚀不能形成有效的表面微孔形态，单独使用硅烷偶联剂效果也不理想。常推荐利用二氧化硅涂层对其表面进行改性。改性的目的是为了增强陶瓷表面的 Si—OH 基团含量从而使硅烷偶联剂的功效得以发挥。二氧化硅涂层目前常用有两种方法：①摩擦化学法（Rocatec 系统，3M ESPE，见图 10－5），其基本过程是先用 110 μm 的氧化铝对黏结面进行喷砂以粗化表面，然后用一种特殊的 Rocatec－plus 粉进行第二次喷砂。Rocatec 粉由 110 μm 大小的形态不规则的氧化铝粉加上形态规则的二氧化硅粉组成。喷砂后二氧化硅通过摩擦的方式结合到被处理表面，见图 10－6。②热化学法（Silicoater MD 系统，贺利氏），其基本过程同样是先用 110 μm 的氧化铝喷砂，然后涂布含有 Cr_2O_3 的二氧化硅颗粒。以烧结的方式使二氧化硅结合到被处理表面。对 Silicoater 技术进行改良而产生的 PyrosilPen 技术是一项处理氧化铝、氧化锆陶瓷表面更为简单有效的技术，仅用特殊的手持火焰笔加上试剂的涂擦即可获得硅涂层，是一种值得推广的新型技术。比较化学摩擦法和热化学法，有学者认为前者相对稳定，后者获得的黏结强度对水储后的冷热循环更敏感。另外，Silicoater 的设备和技术复杂，只能于技工室内完成操作，Rocatec 系统要求简单，可在口内直接使用专用的喷砂机配以喷砂材料来完成操作。

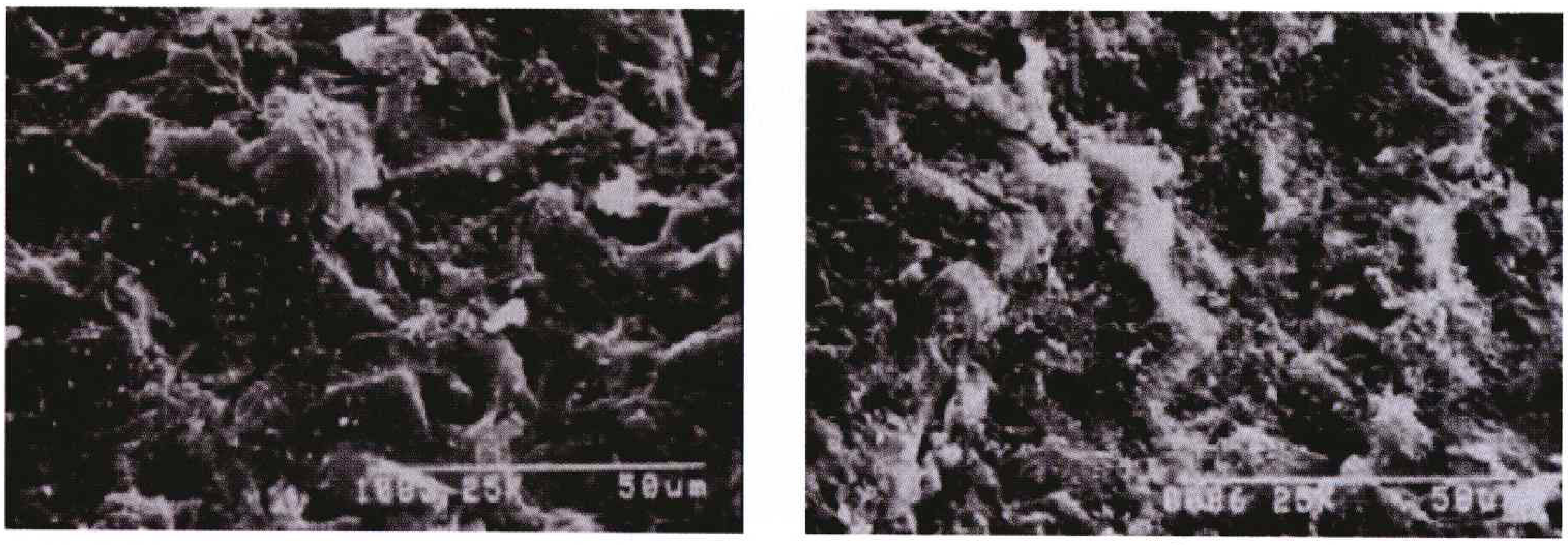
含有磷酸单体的树脂黏结剂如 Panavia F，Panavia 21 可增强已行喷砂处理的玻



a　　b

图 10－5　Rocatec 表面喷砂处理系统，a. 笔式喷砂机；b. Rocatec Al_2O_3 和 Rocatec Plus SiO_2 喷砂材料

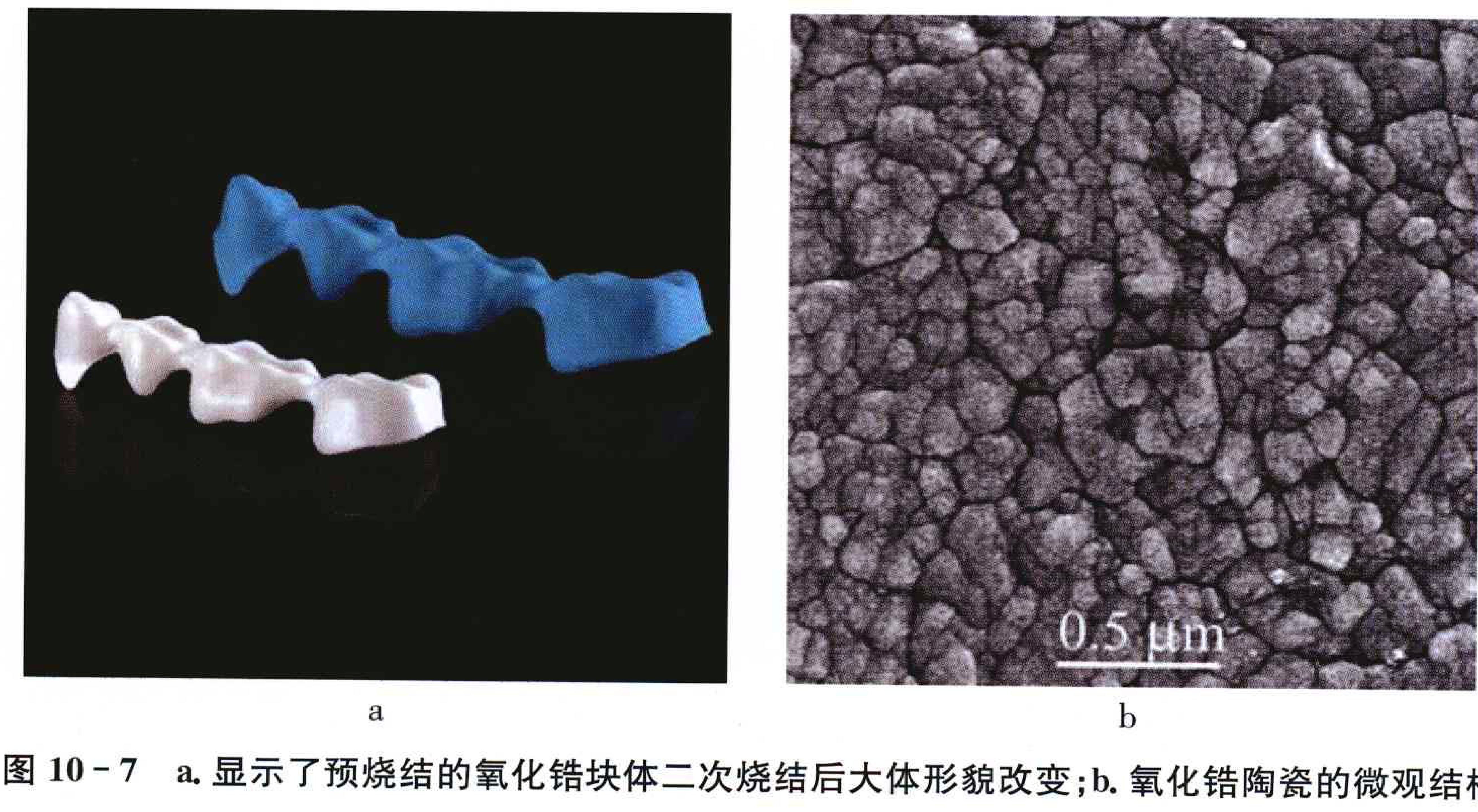
公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



a　　　　　　　　b

图 10－6　a. 瓷表面用 110 μm 氧化铝喷砂后的形貌；b. 瓷表面 Rocatec－Plus 二氧化硅二次喷砂后的形貌

璃渗透氧化铝陶瓷和氧化锆陶瓷的黏结强度。这是由于膦酸酯黏结性单体中的膦酸酯基团(10－MDP)可直接与渗透陶瓷中的金属氧化物(Al_2O_3、ZrO_2)结合，从而增强陶瓷与树脂的黏结强度。图 10－7 显示了预烧结的氧化锆块体二次烧结后大体形貌和微观结构，在多晶氧化锆陶瓷表面几乎没有玻璃相的存在，故氧化锆陶瓷不能被氢氟酸酸蚀处理来提高黏结强度。一些学者建议在使用 Panavia F 前可免去硅涂层及硅烷化处理。而另一些学者则认为，硅烷偶联剂可增强陶瓷湿润性，在黏结中不可缺少。实验证明：采用涂布二氧化硅层后用常规 Bis－GMA 复合树脂黏结或采用喷砂处理并用含磷酸盐单体的复合树脂黏结，均可达到对 In－Ceram 陶瓷修复体与树脂良好稳定的黏结。



a　　　　　　　　b

图 10－7　a. 显示了预烧结的氧化锆块体二次烧结后大体形貌改变；b. 氧化锆陶瓷的微观结构

第四节　牙本质表面的树脂黏结

树脂黏结剂与牙本质之间的黏结过程其实是一个物质交换的过程，即从牙本质中移除无机盐，在疏松多孔的表面渗入树脂黏结单体形成微机械锁结作用；或者有可能与牙本质中的无机和有机成分形成化学结合，而后复合树脂黏固剂与黏结性树脂发生聚合反应。

一、牙本质表面的黏结机制

牙本质特有的表面形态和复杂的内部结构决定了其相对于牙釉质而言，黏结的难度更大。首先牙本质含有较多的有机物(20%)和水分(10%)，而且富含牙本质小管，管内充满牙本质液，切割后的牙本质表面处于潮湿状态；其次网状结构的胶原纤维网一旦酸蚀脱矿，就会因失去支持而塌陷。

牙本质表面的自由能低于牙釉质，未经任何表面处理的牙本质与树脂的黏结强度远远低于牙釉质黏结的一般水平。其中最主要的一点是牙本质玷污层(smear layer)的存在。玷污层在牙体预备的过程中产生，是由机械切割牙本质时产生的切割碎屑(包括牙本质碎屑、微生物、唾液蛋白和牙本质胶原)组成的松散层，厚度为3～15 μm。有学者认为玷污层是一种弱界面层，它存在于切割后的全部牙本质表面，并进入牙本质小管中形成玷污层，阻碍黏结剂与牙本质表面的相互作用，妨碍有效的或持久的黏结界面的形成，故应予以去除。但也有人认为玷污层不应去除，因其并非只是包裹碎屑的疏松结构层，还包含了黏附在深层牙本质表面的一种无序的牙本质层，能以一种足够稳定的界面状态与黏结剂结合。且去除玷污层后使牙本质小管开放，给酸性处理剂和细菌渗入牙本质小管提供了机会，可能伤及牙髓，同时使牙本质小管渗至表面的液体成倍增加。基于上述对玷污层不同的理论认识，产生了全酸蚀与自酸蚀两种不同的处理方式。图 10－8 显示了全酸蚀和自酸蚀两种不同的方法处理牙本质后所得到的牙本质表面扫描电镜图像。

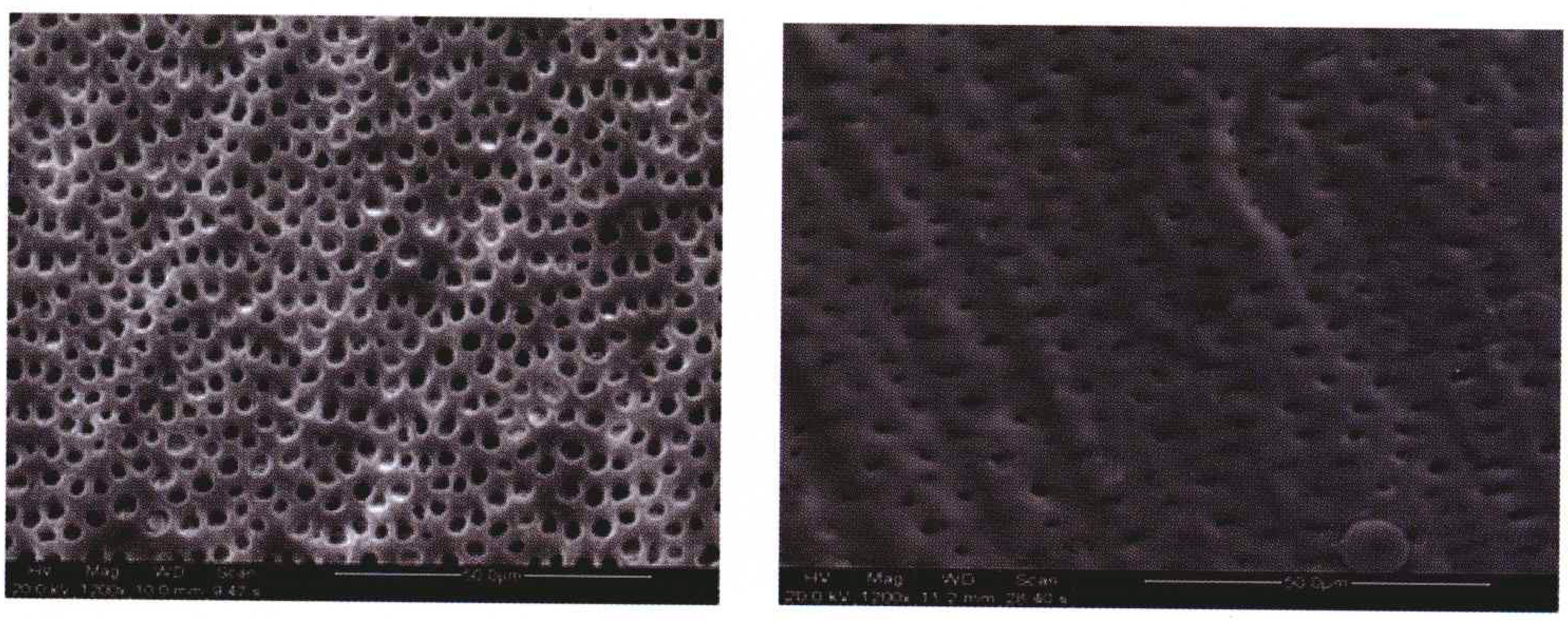


图 10－8　a. 37%磷酸酸蚀后的牙本质表面，大部分牙本质小管开放，孔隙清晰，管周牙本质纤维暴露；b. Multilink Automix Primer 处理后的牙本质表面，牙本质小管开放较少，且表面有较多的“碎屑”样物质

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

应用有效的牙本质表面处理剂移除或改善玷污层后造成牙周管间牙本质的脱矿，牙本质小管口开放，并在表面留下一个三维的胶原网络结构，含有功能单体的树脂不仅能渗入牙本质小管形成树脂突，还能渗入胶原网络之中并聚合在牙本质-树脂界面形成一个树脂渗入增强的牙本质层，即混合层(hybrid layer)。混合层是1982年由Nakabayashi等提出的，在牙本质黏结中，黏结力的构成主要是混合层和树脂突共同作用的结果，其中首要和基本的固位力来自于混合层。除此之外，混合层还具有以下一些作用：①防止微渗漏。若处理剂渗透不充分，则混合层易出现降解的裂隙，水和微生物可以渗透到黏结界面间，使未受到羟基磷灰石保护的胶原中的多肽降解，界面完整性受到破坏。②吸收树脂聚合收缩应力。混合层的弹性模量低于复合树脂，树脂聚合收缩时，其作为一种内在的弹性应力缓冲层，减轻聚合收缩的不良影响。③保护牙本质和牙髓。对混合层进行单独剥离后进行酸蚀溶解试验，发现混合层能抵御盐酸的脱矿作用及次氯酸钠的降解作用。而未被聚合物完全浸润并聚合的牙本质以及未处理的牙本质均无这种特性。混合层对各种化学刺激会产生屏障作用，因此，可以认为混合层是一种牙本质的假性伤口愈合层。

树脂充分渗入脱矿牙本质的胶原网络是形成混合层的关键。早期，“酸蚀-冲洗-吹干”的观念持续了很长一段时间。现在认为冲洗后牙面不能吹干，而应保持一定的润湿度。这是因为水分子具有极化氢键结合的作用，胶原螺旋结构周围的分子空间极易被小分子占领，使邻近的胶原纤维不能相互靠近，使胶原纤维呈现出细小的孔隙结构；其次水分的张力作用防止表面暴露的胶原纤维网塌陷，使胶原纤维网保持一种直立蓬松的状态。若牙本质表面被过分吹干，大量水分从孔隙中挥发，会造成胶原纤维的塌陷，树脂无法充分渗透获得黏结。相反，如果牙本质表面湿度过大，过多的水分又会造成树脂渗透相的中断或存在于树脂/牙本质界面之间，导致树脂渗透入脱矿牙本质的程度不完全，遗留一个黏结力较弱的胶原密集带。因而在临床操作时尽量不用气枪吹干牙面或仅用柔和的力量去除过多的水分，以牙面仍保持光滑水膜为最佳。如牙面变干燥，需用小棉球蘸水重新湿润表面。但牙表面不能出现弯月状的水液面，否则会降低局部黏结剂的浓度，从而影响黏结强度。

二、牙本质树脂黏结系统的发展

牙本质表面处理即通过牙本质黏结系统的使用对牙本质表面的玷污层进行去除、部分去除或改性，从而产生一定深度的脱矿牙本质层，有利于牙本质黏结剂的渗入，从而产生黏结作用。Van Meerbek B等人根据牙本质黏结系统的临床应用步骤以及与牙本质之间的作用方式，将其分为以下几类：第一类即“全酸蚀”黏结剂，其应用包括酸蚀/冲洗-底涂剂-黏结性树脂(三步法全酸蚀，如All - Bond 2)或是将底涂剂和黏结性树脂合二为一，称为两步法全酸蚀，如One Step。第二类是“自酸蚀”黏结剂，又包括两种，一种是酸蚀和底涂步骤合二为一，然后应用黏结性树脂，不需要冲洗，也可以称为两步法自酸蚀(如Clear SE Bond)；另一种是所谓的“全合一”，即酸蚀-底涂-黏结性树脂三步合为一步，使操作步骤得到了简化，如iBond。

当前临床上用于全瓷修复体黏固的树脂基水门汀黏结套装主要也是根据其对基牙表面处理方式的不同来分类：①以全酸蚀黏结技术为基础的水门汀，如 Variolink Ⅱ、Rely X ARC。②以自酸蚀黏结技术为基础的水门汀，如 Panavia 21、Panavia F、Multilink Automix。目前尚有一种新型的自黏结型树脂水门汀（Self - Adhesive Resin - Based Cement），如 Rely X Unicem、Biscem、MonoCem 等。它兼具有玻璃离子水门汀的操作简便性以及树脂黏固剂的性能优越性，在使用前不需对牙面进行预处理，仅需常规进行牙面清洁及修复体表面处理即可，克服了传统树脂水门汀黏结套装操作步骤繁琐、技术依赖性强等缺点，真正实现一步到位；且均采用双重固化模式，适用于所有类型及所有材料修复体的黏固。该类水门汀的黏结机制为：其成分中含有膦酸酯单体，能直接使牙本质脱矿且渗入牙本质小管，产生微机械固位作用；还能与牙本质中的羟基磷灰石成分反应产生化学黏结力，Gerth 等的研究也证实了 Unicem 与人工合成羟基磷灰石之间的化学黏结反应。为保持黏固剂的长期稳定性，在无机填料中加入了玻璃离子成分以中和剩余的酸性单体成分，避免过度水解。有研究表明：Rely X Unicem 在混合后 90 s，pH 为 2.8，光照后 20 s pH 值为 5，初始较低的 pH 有利于对牙本质进行脱矿及渗透，而在混合后 48 h，pH 上升至 7，这不仅有助于提高黏结强度的长期稳定性，还能避免牙本质过敏、牙髓炎等并发症的发生，见图 10 - 9。

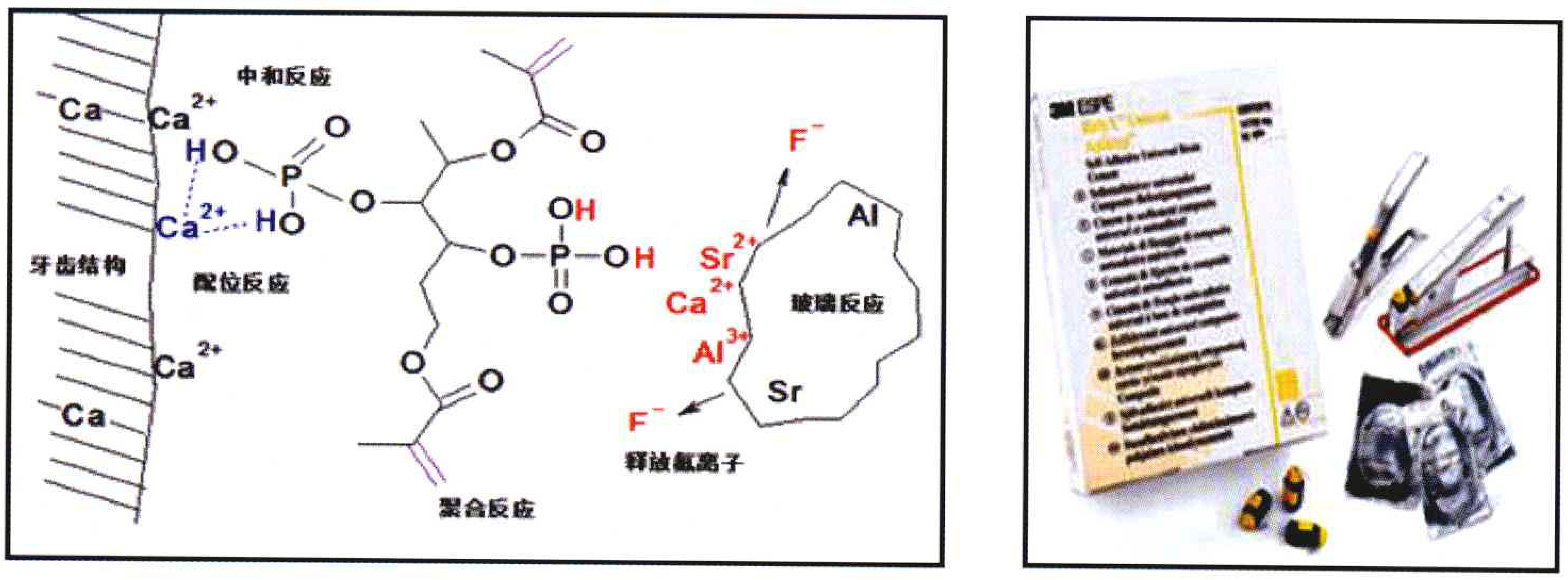


图 10 - 9　Unicem 自黏结型树脂水门汀黏结机制示意图

在比较了 Variolink Ⅱ，Multilink Automix 和 Rely X Unicem 三种不同类型的树脂水门汀应用于瓷-牙本质系统时的黏结强度后发现：以全酸蚀黏结技术为基础的树脂水门汀虽然操作步骤繁多，但其可获得最高的黏结强度。这可能与三者形成的混合层及树脂突的质量有关。采用扫描电镜观察瓷-牙本质试样的黏结横断面，可见以全酸蚀黏结技术为基础的树脂水门汀其黏结横断面处有一厚约 5 μm 的混合层（HL），连续密实，树脂突（RT）较密集地深入脱矿牙本质内（见图 10 - 10a）。自酸蚀型树脂水门汀的黏结横断面在水门汀下方未见明显的混合层及树脂突形成，仅有一薄弱的交互反应区域（interaction zone），水门汀内部还可见被包裹的大小不一的玻璃颗粒（glass particle）（见图 10 - 10b）。也有学者在探索自酸蚀型树脂水门汀的黏

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

结机制时同样发现在 SEM 下未能观察到牙本质与水门汀之间形态学上的反应。即便在透射电镜下，亦未发现膦酸酯单体对下方牙本质的脱矿作用。因此可以推断尽管自酸蚀型树脂水门汀初始 pH 较低，但脱矿作用并不明显，这可能和渗透持续时间较短有关。因而在实际临床操作上，有学者建议可先加压修复体一段时间，然后再给予光照，甚至可先用低强度的光固化灯，再用高强度的光固化灯进行光照，以保证一定的黏结强度。



a　　b

图 10－10　a. Variolink Ⅱ 黏固的瓷与牙本质界面，树脂突渗入到牙本质小管中，界面黏结良好。b. Rely X Unicem 黏固的瓷与牙本质界面，树脂水门汀与牙本质间有明显的界面

三、牙本质黏结存在的问题与展望

树脂水门汀与陶瓷的黏结技术并非完善，还有许多值得探讨的方面：① 口腔是一个复杂多变的环境，成功的黏结必须能够反复经受温度变化的刺激、唾液的溶解侵袭以及承受来自各方的咬合力。目前的黏结技术对长时间水储、热循环或应力循环等疲劳过程并不稳定，如何保持黏结强度的稳定仍是个值得探索的课题；②HF 酸蚀尽管有效，但其具有很强的挥发性、腐蚀性和毒性，尤其是在口内操作中更增加了对医师和患者的危害，必须寻找其他途径代替；③各种陶瓷表面粗化方式均存在着影响修复体边缘和光洁面的风险，喷砂或酸蚀还会损伤陶瓷内部结构，产生微裂或引起微裂纹的扩展，导致修复体强度降低。已有学者在探索利用树脂水门汀与陶瓷间的化学黏结而部分或完全替代物理机械结合的道路上取得了一定成果。黏结技术发展的必然趋势是：操作的无害化，操作步骤的简易化，椅旁操作时间的缩短，设备的小巧化及由技工室操作转为口内直接操作。

参 考 文 献

[1] Burke FJ, Fleming GJ, Nathanson D, et al. Are adhesive technologies needed to support ceramics An assessment of current evidence[J]. J Adhes Dent 2002, 4: 7－22.

[2] Markus B. Blatz, Avishani Sadan, Matthias Kern. Resin－ceramic bonding: a review of the literature[J]. J Prosthet Dent 2003, 89: 268－274.

[3] Sano H, Yoshikawa T, Pereino PN, et al. Long - term durability of dentin bonds made with a self - etching primer, in vivo[J]. J Dent Res, 1999, 78: 906 - 911.

[4] Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers[J]. J Dent Res, 2004, 83: 454 - 458.

[5] Fleming GJ, Narayan O. The effect of cement type and mixing on the bi - axial fracture strength of cemented aluminous core porcelain discs[J]. Dent Mater 2003, 19: 69 - 76.

[6] Knobloch LA, Kerby RE, Seghi R, et al. Fracture toughness of resin based luting cements[J]. J Prosthet Dent 2000, 83: 204 - 209.

[7] Kramer N, Lohbauer U, Frankenberger R. Adhesive luting of indirect restorations[J]. Am J Dent, 2000, 13: 60 - 76.

[8] Gokhan Akgungor, Begum Akkayan, Hubert Gaucher. Influence of ceramic thickness and polymerization mode of a resin luting agent on bond strength and durability with a lithium disilicate - based ceramic system[J]. J Prosthet Dent, 2005, 94: 234 - 241.

[9] Tanoue N, Koishi Y, Atsuta M, et al. Properties of dual - curable luting composites polymerized with single and dual curing modes[J]. J Oral Rehabil, 2003, 30: 1015 - 1021.

[10] Bhamra G, Palin WM, Fleming GJ. The effect of surface roughness on the flexure strength of an alumina reinforced all - ceramic crown material[J]. J Dent, 2002, 30: 153 - 160.

[11] Blatz MB, Sadan A, Martin J, et a1. In vitro evaluation of shear bond strengths of resin to densely - sintered high - purity zirconium - oxide ceramic after long - term storage and thermal cycling[J]. J Prosthet Dent, 2004, 91: 356 - 362.

[12] Saracoglu A, Cura C, Cotert HS. Effect of various surface treatment methods on the bond strength of the heat - pressed ceramic samples[J]. J Oral Rehabil, 2004, 31: 790 - 797.

[13] Kern M, Thompson VP. Sandblasting and silica coating of a glass - infiltrated alumina ceramic: volume loss, morphology, and changes in the surface composition[J]. J Prosthet Dent, 1994, 71: 453 - 461.

[14] Barghi N. To silanate or not to silanate: making a clinical decision[J]. Compend Contin Educ Dent, 2000, 21: 659 - 62, 664.

[15] A. Saracoglu, C. Cura, H. S. Cotert. Effect of various surface treatment methods on the bond strength of the heat - pressed ceramic samples[J]. J Oral Rehabil 2004, 31: 790 - 797.

[16] H. Kato, H. Matsumura, M. Atsuta. Effect of etching and sandblasting on bond strength to sintered porcelain of unfilled resin[J]. J Oral Rehabil, 2000, 27: 103 - 110.

[17] Boonlert K, Kewalin T. The effect of different etching times of acidulated phosphate fluoride gel on the shear bond strength of high - leucite ceramics bonded to composite resin[J]. J Prosthet Dent, 2007, 98: 17 - 23.

[18] Nogami T, Tanoue N, Atsuta M, et al. Efectiveness of two - liquid silane primers on bonding sintered feldspathic porcelain with a dual - cured composite luting agent[J]. J Oral Rehabil, 2004, 31: 770 - 774.

[19] Heinz Luthy, Olivier Loeffel, Christoph H. F. Hammerle. Effect of thermocycling on bond strength of luting cements to zirconia ceramic[J]. Dent Mater, 2006, 22: 195 - 200.

[20] De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M. A crital review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results[J]. J Dent Res, 2005, 84: 118 - 132.

[21] Muhittin Toman, Suna Toksavul, Ash Akin Bond strength of all - ceramics to tooth structure using new luting systems[J]. J Adhes Dent, 2008, 10: 373 - 378.

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

第十一章　特殊病例修复治疗

在前牙的美学修复中，往往有些病例看起来简单，可一旦修复起来却变得很复杂，需要多学科的相互配合才能完成最终的修复治疗。这些学科包括：牙体牙髓科、牙周科、正畸科、齿槽外科等，而完成美学修复所需要的时间通常为几周、几个月甚至几年。因此，对于一个技术全面的牙齿美学修复的医师来说，需要整合多学科的专业知识和丰富的临床实践经验。在本章里主要介绍临床常见的前牙疑难病例的美学修复治疗。

第一节　前牙龈下冠根折的修复

在颌面部外伤中，上前牙折断率较高，常出现冠折、冠根折以及根折等。若牙齿断面位于龈下，则无法进行常规的桩核冠修复。如何有效治疗这类病例一直是口腔科医师感到棘手的问题。

传统的方法通常是将患牙牙根拔除，但这样易造成牙槽骨萎缩和以后修复上的诸多问题。临床口腔修复门诊中，我们常常会见到前牙冠根折至龈下 2 mm 以上且根长仍适合桩冠修复的患者。如采用直接桩核冠修复，常易出现龈炎、牙周病症，并且修复后冠颈缘形态异常，影响前牙的美观和功能；如采用牙冠延长术暴露根折断面再修复，则会导致牙根暴露且患牙与对侧同名牙牙龈高度不一致、与邻牙牙龈弧线不协调，严重影响患者的美观；如不切龈直接进行修复，则残根的颈缘不易与全冠颈缘吻合从而不能提供足够的固位力，并且龈下残根易造成感染；如做根管治疗后行覆盖义齿修复，则有可能出现基托不适等现象。所以对于前牙的折断至龈下的患者，用单一的传统方法来修复难以达到理想的美学效果，并无法保持残留牙齿和牙周组织的健康。

近十年来，许多专家学者建议对这类患牙采用牙体牙髓治疗、正畸、牙周和修复相结合的治疗方案可以达到较好的治疗效果。一般先根管治疗，再正畸牵引使断面升高至龈上，最后进行牙龈修正后以修复治疗的方法进行处理，在最大限度地保存患牙的同时，保留了牙周膜的本体感受器及其传入神经中枢的能力，减少修复体对邻牙及牙周组织的不良刺激，以达到良好的修复效果。这就是残根、残冠保存多学科结合新技术和修复学从有创到无创的人性化发展。

一、修复前的正畸牵引术

采用正畸牵引后修复的设计方案治疗前牙折断至龈下的患者，可以最大限度地保存患牙、避免牙槽骨萎缩，减少牙龈炎症，回避牙冠延长术，保证牙周组织的健康和达到良好的修复效果。正畸牵引术使龈下断根殆向移动，直到根面暴露于龈上1.5～2 mm或达到冠修复所需要的高度，使修复体边缘置于健康的牙体组织上，有助于维持牙周膜的“生物学宽度”，保持牙周健康。见图 11－1。同时，牙根的轴向牵出，可使制作的修复体边缘卡抱在牙体组织上，从而使桩核获得牙本质肩领圈的扎箍效应，提高了牙体的抗折力、修复体的抗旋转的能力。同时，修复体的边缘和预备体的边缘可以完美对接，改善了边缘封闭性，减少了不良边缘对牙周组织的机械刺激。

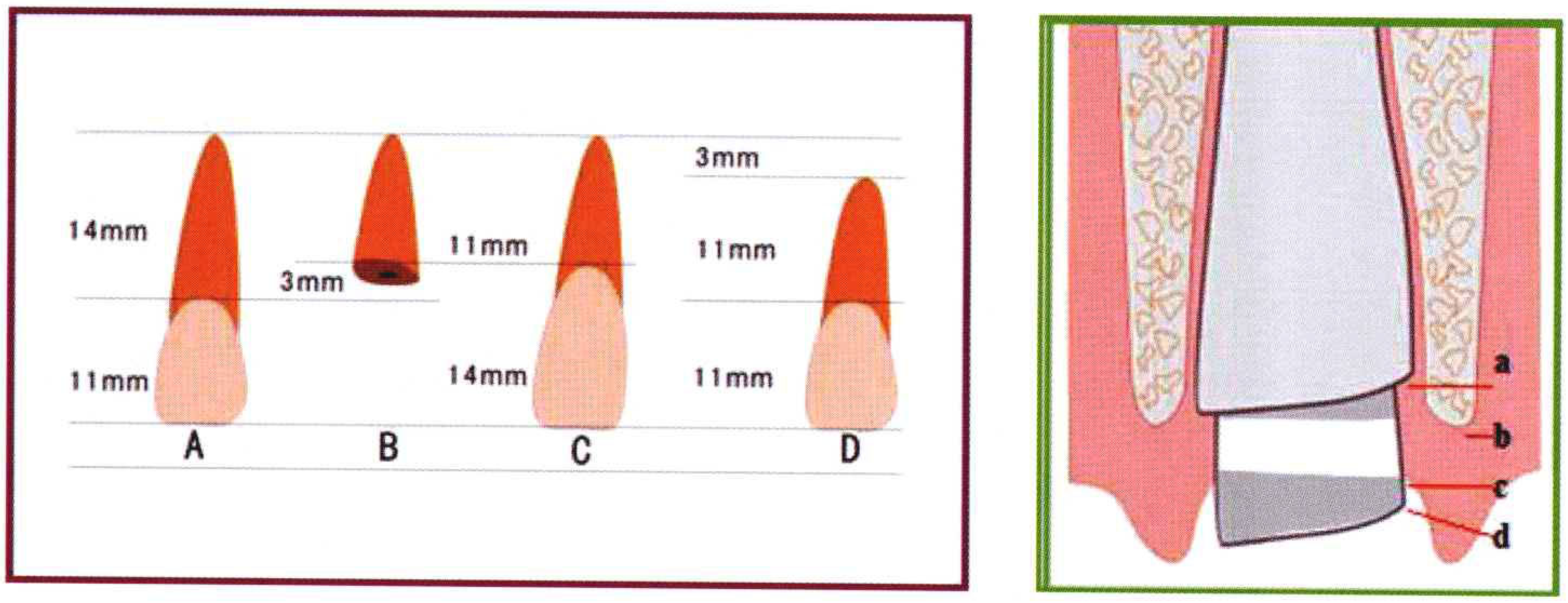


图 11－1 有合适的牙根长度时采用牵引后可获得修复所需要的牙周生物学宽度

当然，正畸牵引治疗也有其缺点，比如必须佩戴正畸牵引装置，影响美观和口腔卫生，相对需要较长的治疗时间（4～6 周的牵引时间加上 1～6 个月的保持时间）和较多的复诊次数。有的患者牵引后需要行断根周围牙龈的成形术，恢复和邻牙协调一致的龈缘弧线。

二、正畸牵引术的适应证与禁忌证

正畸牵引术除了可以用来治疗前牙外伤冠折至龈下，还可以用来治疗龈下龋坏及修复体侵犯生物学宽度，牙槽骨角形吸收及孤立的牙周袋，治疗外伤嵌入牙和正畸埋伏牙等。另外，种植前牙根的牵引可增加牙槽嵴骨量。

当然并不是所有前牙外伤折断至龈下及以上病症都可以使用正畸牵引后进行修复治疗。正畸牵引术病例的选择（种植前牙根的牵引增加牙槽嵴骨量除外）应做以下检查：①摄断牙根尖 X 线片，判断牙根的形态和长度，要求牙根形态无异常，长度不短于原临床冠长度，或剩余牙体组织与对侧同名牙冠比例大于 1∶1，否则会影响桩冠的固位。②要判断断面距龈缘距离以 2 mm≤龈下断面距龈缘≤5 mm 为宜。否则，要么不需要牵引；要么即使断根被牵引至所需位置，也因断根在牙槽骨内的长度不足导致受到的支持力不足，使牙齿受外力时易松动脱落。③断根牙无它处折断，根

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

管充填完好，根尖周无病症。

正畸牵引术的禁忌证主要包括：①残留根长不足，牙根过于细小；②牙根骨化及粘连；③患牙龈上没有足够的修复空间；④牙根有纵折或有根尖 1/3 处折断。

三、常用的正畸牵引的装置与方法

根据不同的临床需要，正畸医师可选择应用不同的牵引装置将可以修复的前牙断根牵引出牙槽嵴顶。如活动矫治器牵引、固定矫治器牵引、修复体牵引。采用的加力方式有：橡皮圈牵引、弓丝牵引、弹簧牵引。

1. 固定矫治器牵引

选取患牙两侧的邻牙做支抗，托槽黏结时稍向𬌗方，附加直径0.40 mm以上的硬弓丝来固定支抗牙且尽量使主弓丝在同一水平高度入槽；在患牙根管内黏结桩钉，利用橡皮链圈或弹力线的弹力牵引断根。一般牙移动的速度约为1 mm每月，如图 11－2。牵引后，用直径0.46 mm的不锈钢丝固定保持 12 周。

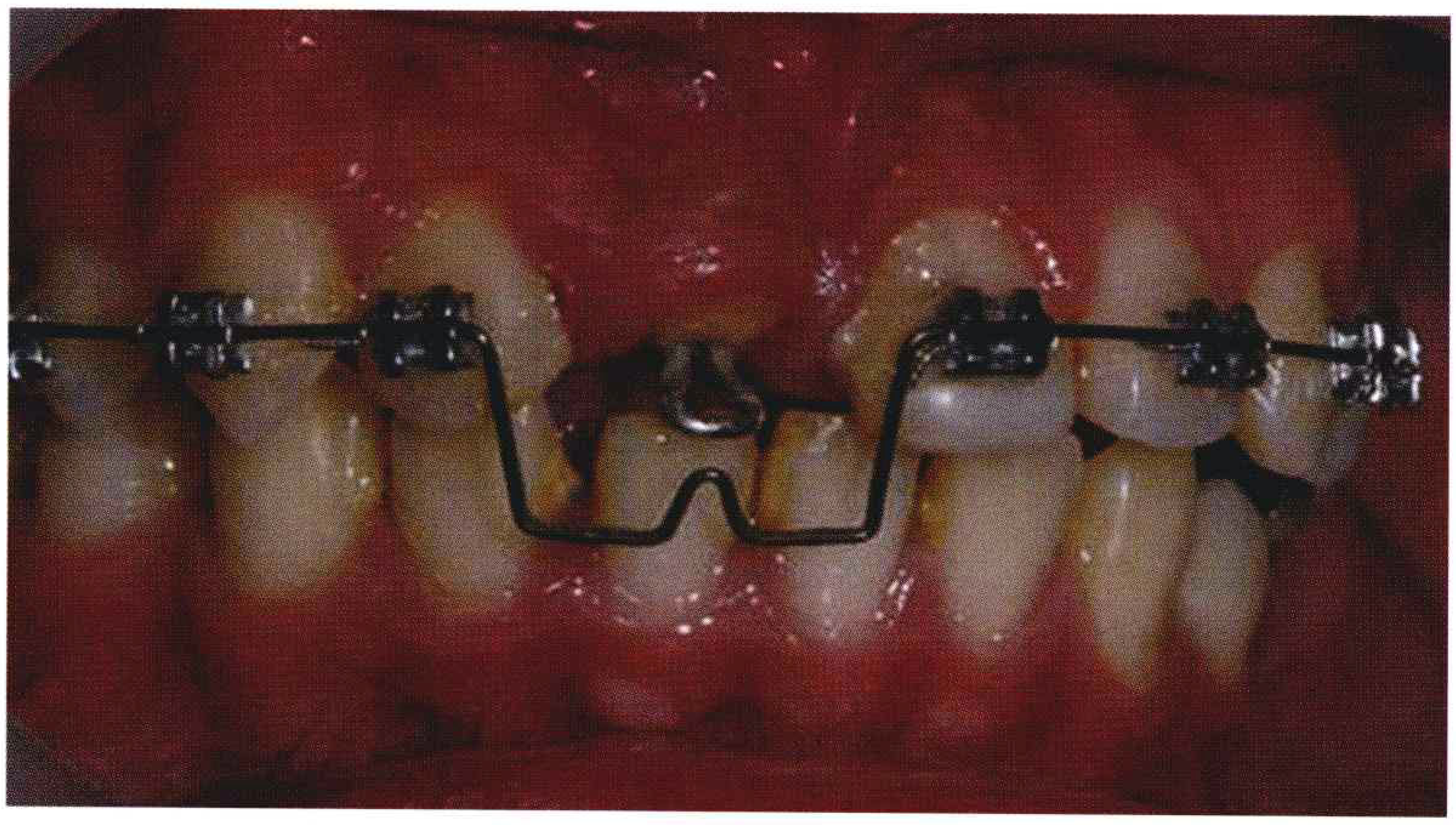


图 11－2　固定矫治器牵引

2. 活动矫治器牵引

当两侧牙齿松动支抗不足时，可以利用 Hawley 可摘保持器上加弹簧，患牙上黏托槽来借力牵引。

任何形式的正畸牵引都需要支抗，支抗牙的数目取决于牵引的形式、数目及患牙牙周情况、患者的舒适度等。牵引中一般每周复诊一次，确保无咬合干扰、无牙和牙槽骨的粘连等。

第二节　龈下冠根折的快速牵引

一、慢速牵引与快速牵引的比较

对于冠根折断面位于龈下的患者，早期的临床上正畸牵引的牙齿移动缓慢，牙槽嵴顶和牙龈受到牙周纤维的牵拉，随着牙齿的移动而殆向增生，且环绕牙根的牙槽骨和牙根一起移动，增生量约为牵引距离的 80%，给牵引后牙齿修复带来困难。通常慢速牵引后需行牙龈成形术及牙槽骨的修整术，切除因牙齿移动而殆向增生的游离牙龈组织及牙槽嵴顶的骨组织，以获得与邻牙协调一致的龈缘弧线，见图 11－3。

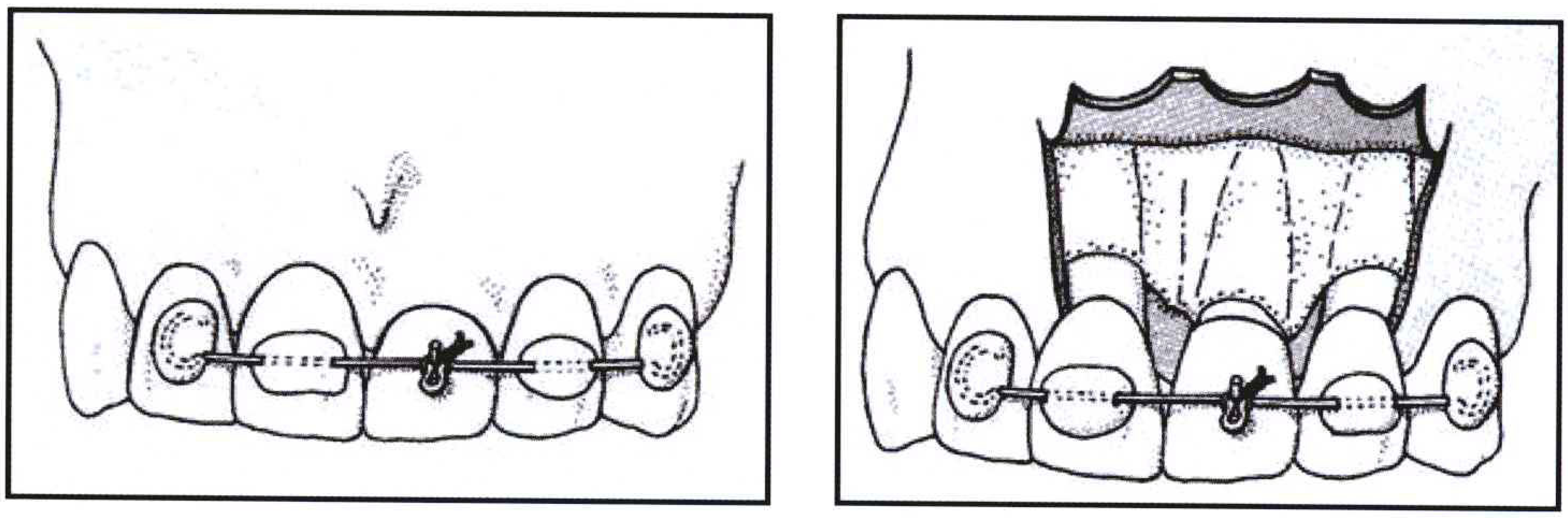


图 11－3　牙槽嵴顶和牙龈随着牙齿的移动而殆向增生(摘自 Shilling burg HT)

近十年来，采用正畸快速牵引折断的牙齿，在临床上得到了较好的应用。快速牵引中牙齿移动速度超过牙周组织生理适应性变化的能力，牙齿移动的速度较快，移动距离大于牙周组织，避免了慢速牵引后的牙冠延长术。快速牵引结合牙槽嵴顶上纤维切断术被认为可以避免常规牵引后的牙槽骨成形术和牙龈成形术。但如果牵引力量、速度掌握不好，则容易引起牙周膜撕脱，牙根粘连及牙根吸收等不良并发症。牵引后需要一个相对较长的 3～6 个月保持期，使牙周组织得到重建，以适应牙齿新的位置。在牙根快速牵引后，根尖区会出现间隙，见图11－4。随着时间的延长，间隙内的骨质会逐渐变得致密，从而牵引后牙齿会逐渐变得稳固。根尖间隙中的未钙化的骨组织在 4～5 周后逐渐钙化，同时周围牙槽骨中可以观测到新的钙化骨的形成。3 个月后根尖间隙区内新生骨与对照侧牙槽骨形态相似，6 个月牙周情况良好，牙根无明显吸收，见图 11－5。

二、快速牵引的临床操作

桩核＋暂时冠修复后再行牙根牵引在近期国内外的文献中已有陆续报道，但大多是个案病例报道，缺乏统一标准，需要进一步深入研究。采用纤维桩树脂核＋暂时冠修复后再牵引的优势在于：①纤维桩树脂核和牙根的结合紧密，牵引时不易松动、脱落；②牙根牵引到位后，不需要再次取出桩核，减少了螺纹钉植入及取出时对牙根

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

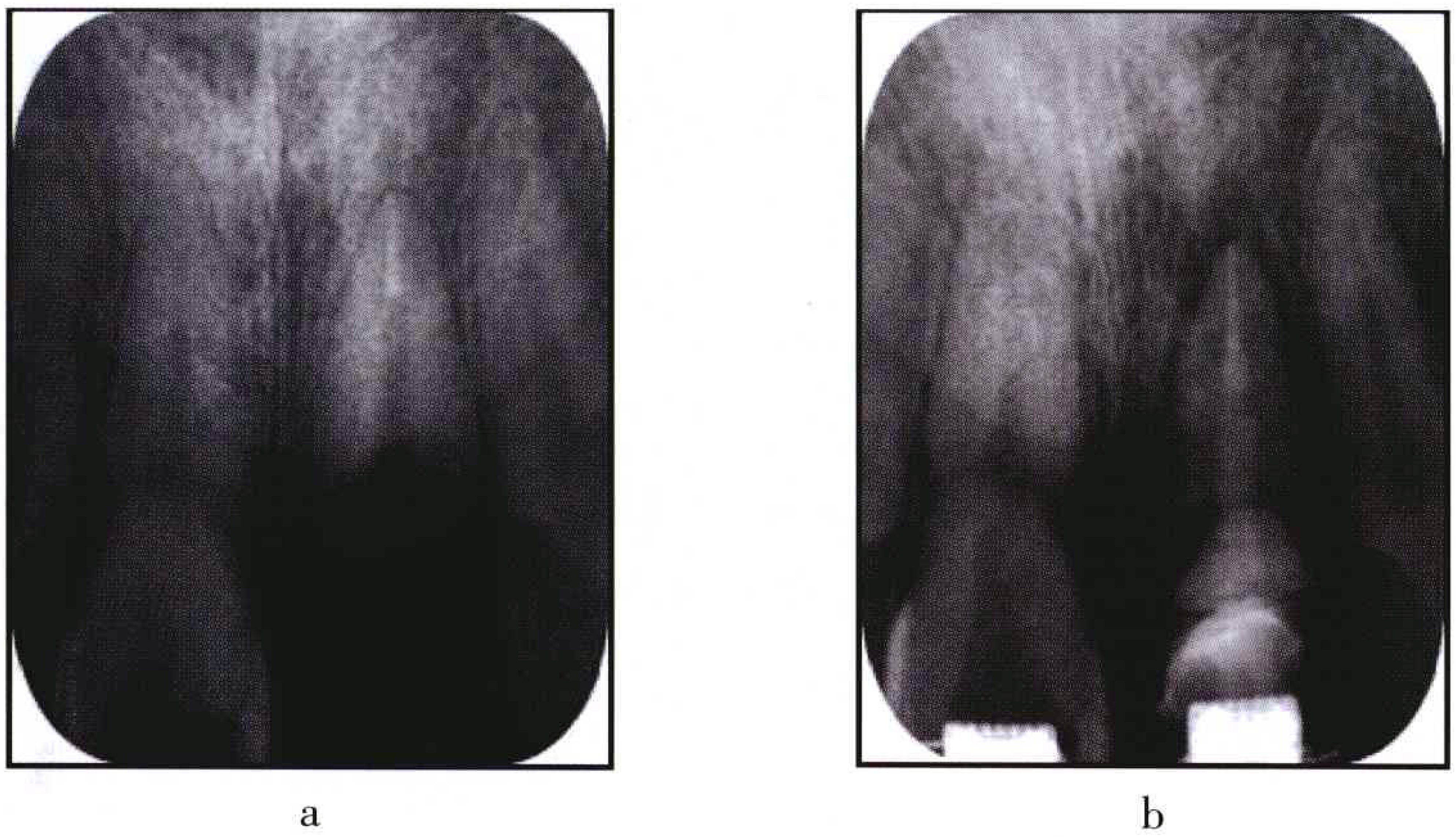


图 11-4 采用平行投照法拍摄的残根牵引前后的 X 线照片。a. 术前断面位于牙槽骨下 2.5 mm；b. 牵引两周后断面到达龈嵴顶处，根尖处出现了牵引后的"Λ"型间隙

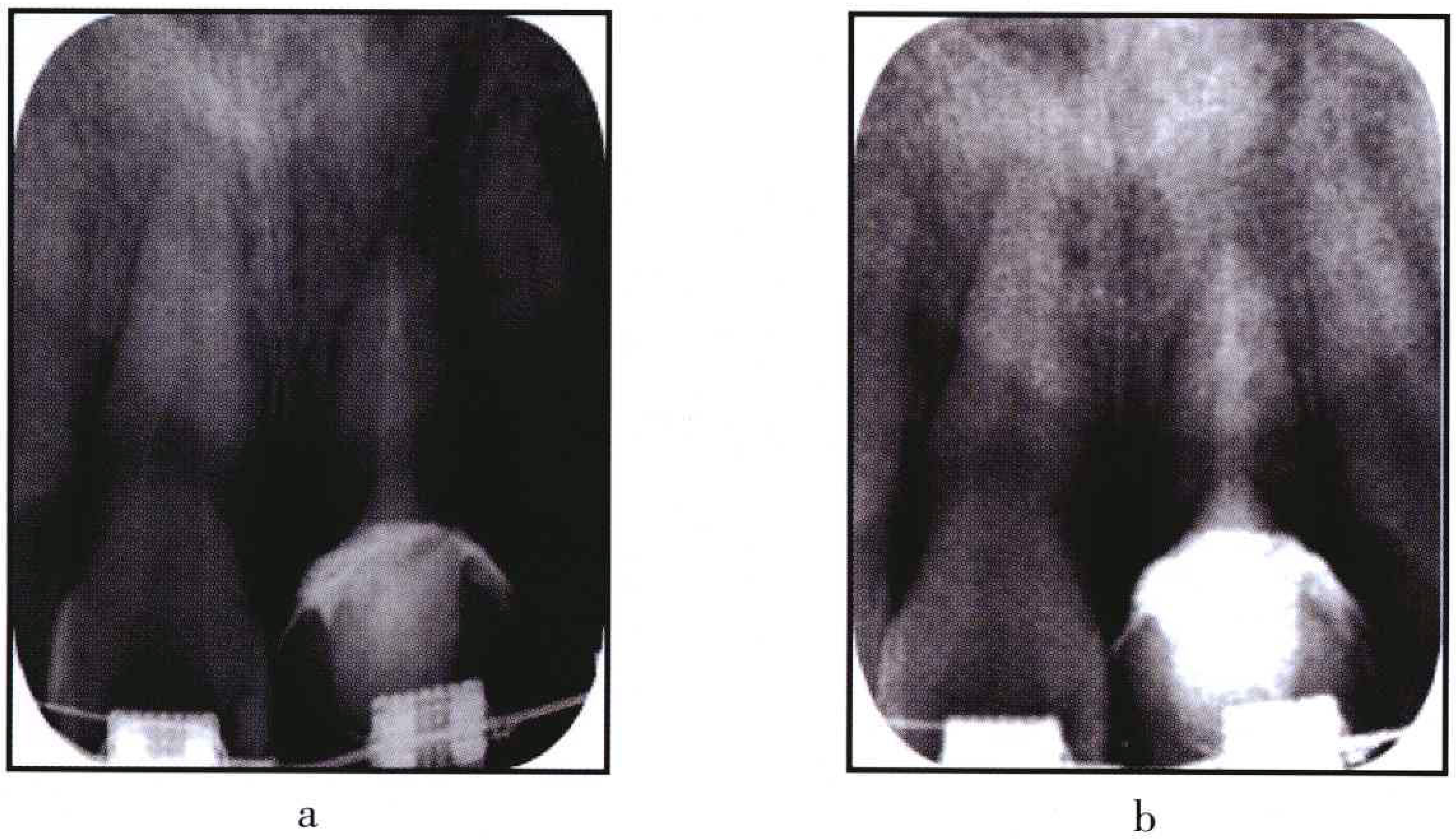
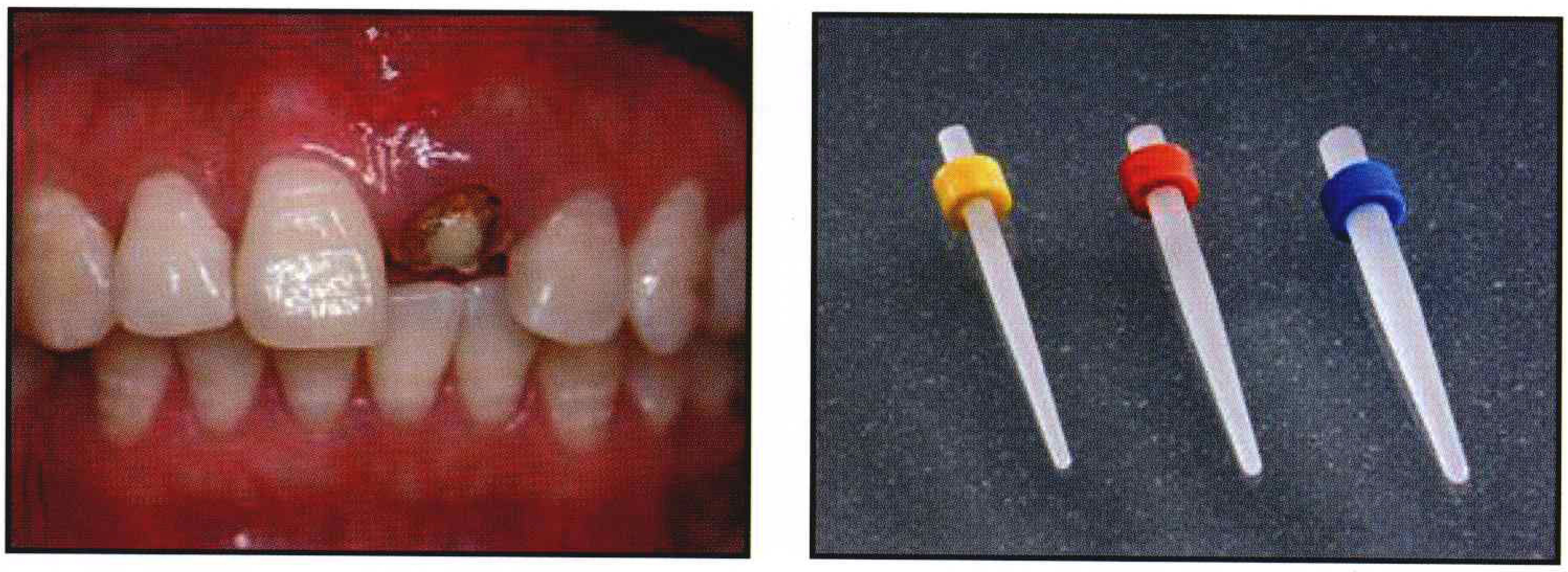


图 11-5 牵引结束固定 3 个月后，根尖区"Λ"型间隙消失。6 个月后的 X 线片显示根尖骨质密度与邻牙一致

的损伤；③暂时冠的存在，不仅维持了折断牙修复所需要的间隙，同时和托槽一起精确地控制着牙根的牵引方向及移动距离。在根管治疗后第一时间内修复了折断的牙齿，一定程度上恢复了患者的美观、发音及咬合功能，并且必要时可同时调整缺牙间隙的大小和邻牙的位置，为牵引后美学修复打下良好的基础。

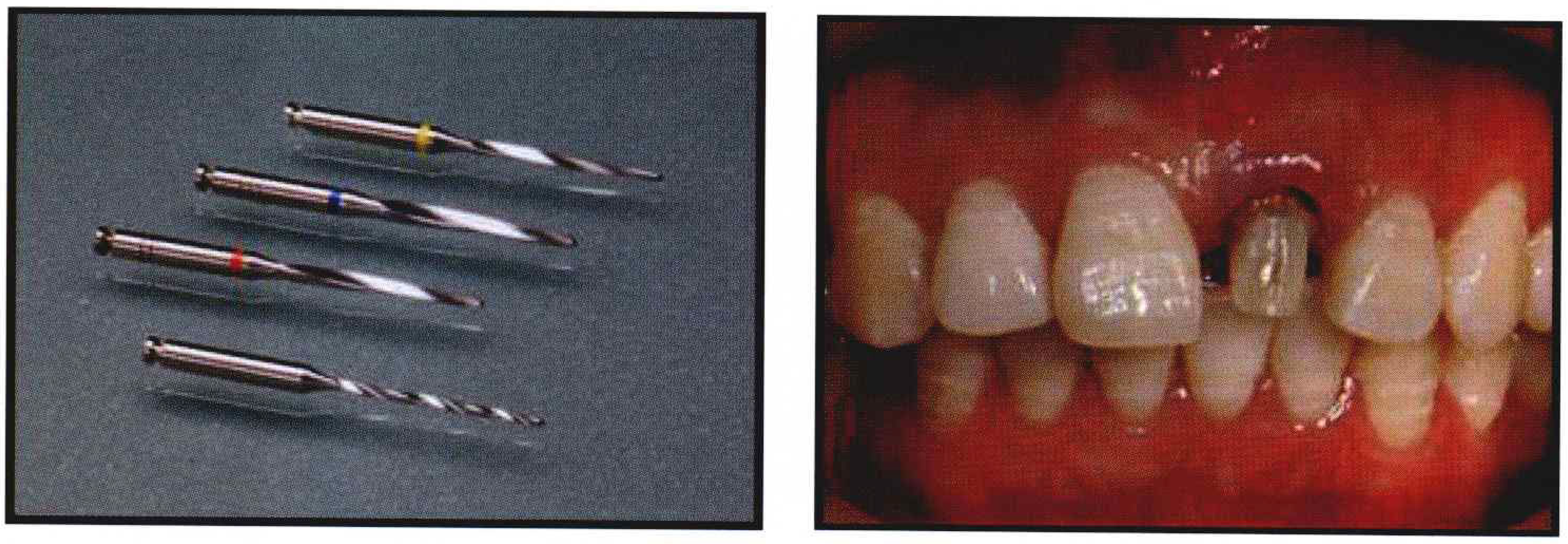
1. 纤维桩树脂核和暂时冠的制作

选择符合条件的患牙，经完善的根管治疗 2 周无不适症状后，即行纤维桩树脂核＋暂时冠联合修复折断的牙齿，如根面有增生的牙龈覆盖，可在局麻下用电刀切除覆盖根面的牙龈，暴露牙根断面。根据 X 线片和临床实际操作，选择合适型号的纤维桩、树脂黏固剂、双固化核材料，制作永久性基牙桩核，再在其基础上做暂时冠暂时修复，采用玻璃离子水门汀黏固暂时冠。如图 11-6(a～d)所示。



a　　　　　　　　b

图 11－6(a,b)　根据残留牙根 X 线片的情况，选择合适大小的纤维桩



c　　　　　　　　d

图 11－6(c,d)　选用配套的根管预备钻预备根管后的，清洗根管，可直接采用黏固剂将纤维桩粘到根管内，然后用 LuxaCore 双固化核材料形成树脂核

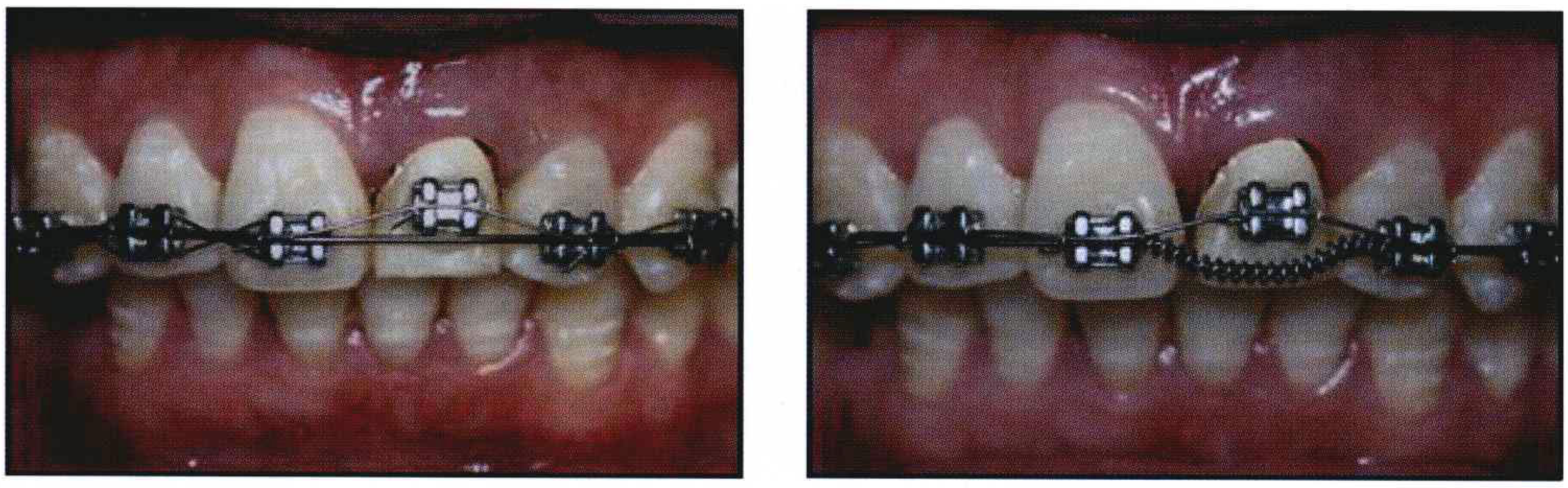
2. 制作牵引装置

在患牙两侧各选取 2～3 个邻牙做支抗，在暂时冠和支抗上黏结方丝弓托槽，暂时冠上托槽的黏结位置应偏向龈方。将直径 0.40～0.51 mm 的澳丝弯制成与矫治段牙弓形态一致的部分弓作为主弓丝，再选取直径 0.30 mm 的节段镍钛超弹丝为辅丝结扎于托槽上，利用镍钛丝的弹性牵引牙根，同时利用托槽位置、方向、暂时冠唇侧的厚度来控制牙根的牵引方向(见图11－7)。每周加力一次或调整暂时冠上托槽的高度，控制弓丝形变在 1～2 mm(产生 25～40g 力)。直到根面暴露于龈上 1.5～2 mm 或达到冠修复所需要的高度，如采用慢速牵引，牵引时间为 3 个月左右，而快速牵引的时间为 1～3 周。

3. 牵引后的处理

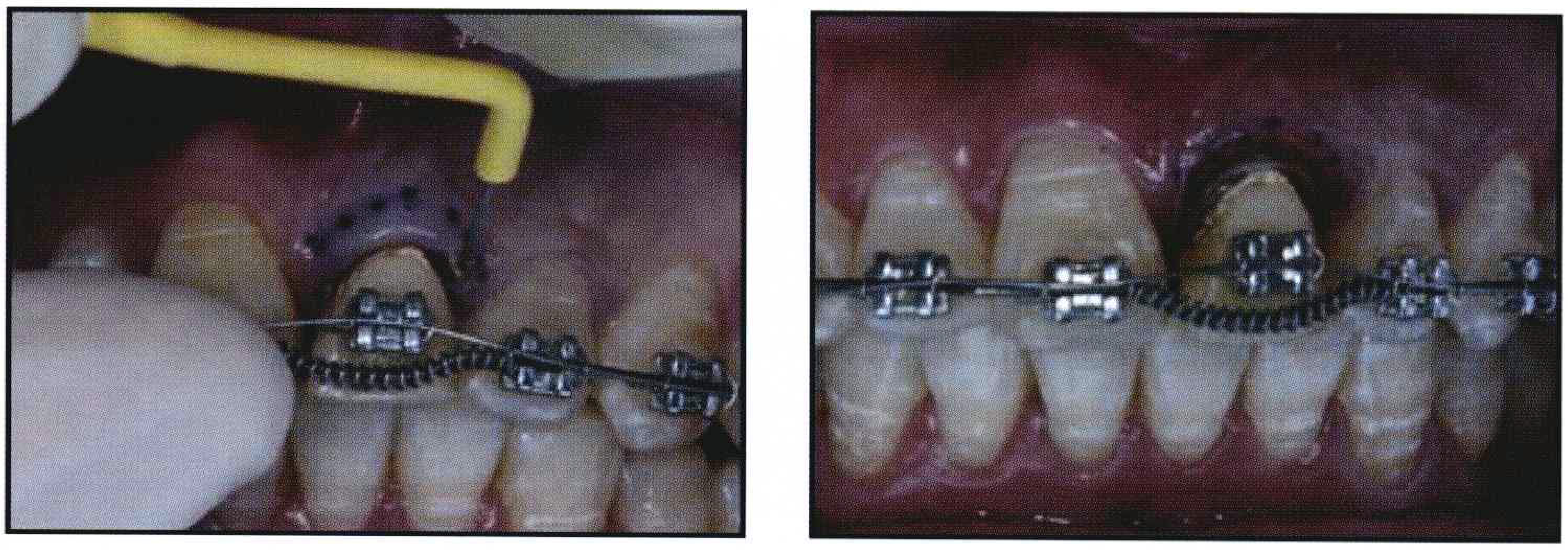
牵引后可根据牙龈𬌗向增生的情况，选择性地行断根周围牙龈的成形术，恢复龈缘弧线，使之和邻牙协调一致。如用电刀切除增生的牙龈，由于电刀有一定的止血功能，可以对残留的牙根和树脂核进行再次预备，并可再次更换暂时性修复体，见图 11－8(a－d)。修复体的龈边缘必须和预备体的边缘终止线完全密合，防止刺激牙龈。最后在新暂时冠重新黏结方丝弓矫治器，并固定 3～6 个月。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



a b

图 11-7　制作暂时冠，在邻牙和暂时冠上黏结方丝弓托槽，用钛镍丝的弹性对断根进行牵引，同时可以用弓簧调整缺牙间隙



a b

图 11-8(a、b)　参照邻牙的牙龈弧线，在增生的牙龈表面制作标记点，使两侧的龈缘弧线对称，用电刀切除牙龈暴露残根断面



c d

图 11-8(c、d)　c. 修整残根断面重新制作暂时冠；d. 再固定 3 个月后牙龈愈合的情况，牙龈弧线左右对称

三、牵引力量与时间

至于多大的牵引力最适合，目前尚无定论。很多学者提出“最适力”的定义，“最适力”是指用一定强度的持续、恒定的力，能达到最快的牙移动速度，而没有组织损伤，没有引起患者最轻微的不适。一般认为应在牵引安全力量 0.98 N 以下，也有学

者提倡用 0.25 N 的力升高牙齿 。因为患者个体差异及牵引中所牵引牙断根其牙周膜面积、形态学和生理学状况都存在很大差异，很难量化临床牵引力量的具体大小。所以牵引力值不能一概而论，需因牙而异。一般根据牵引力量及时间的不同，牵引大体上可分为慢速牵引和快速牵引两种。

慢速牵引：一般下前牙使用 15 g 力，上前牙 25～30 g 力，磨牙 45 g 力。通常速度缓慢，疗程较长。慢速牵引牙齿在施力后的几天至几周后移动，速度为每月 1.0～1.5 mm。需要 3～6 个月才能将断根牵引到位。

快速牵引：一般认为只要矫正弓丝在健康牙上固位良好，起足够的支抗作用，可适当加大牵引的力量，加快断根牙的移动速度。但牵引矫治力应控制在 100 g 力之内，否则易引起牙根吸收。快速牵引所用的力量为一般慢速牵引的 2 倍，如上前牙 50～60 g 力。牙齿的移动被认为和牙周纤维的拉伸、变形及根周牙槽骨受牵拉有关。牙齿移动速度可提高数倍，达到每周 2 mm，快速牵引一般在 3 周内完成。但快速牵引的力量必须平行于牙长轴，以免引起牙根损伤和牵引后位置倾斜，进而影响最终的牙齿修复。

五、牵引后牙周组织的改建变化

在动物实验以及临床牵引治疗过程中可以发现，牙周组织的改建变化与牙齿轴向牵引的速度密切相关。断牙根牵引萌出速度愈快，牙龈、牙槽骨增生量愈少；牵引萌出速度慢，牙龈、牙槽骨增生量愈多。这可能与断牙牵引时牙龈、骨质受刺激时间长短有关。在通常的正畸矫治过程中，随着牙齿的移动，牙周组织进行着适应性的改建。用适宜的矫治力压低牙时牙槽骨高度轻微降低，压长牙时牙槽骨随之增长。另外，有研究表明对牙根进行垂直牵引，会因牵引形成新的骨组织，可改善口腔内前牙和后牙部位种植区的组织条件，提高种植体骨性结合的稳固性和美学效果，是改善将要进行种植部位的组织形态的可靠方法。

第三节　牙龈着色的治疗

由于不良的修复设计制作导致的牙龈着色现象，经常在临床牙科美学修复门诊可以见到，主要原因是牙体预备和修复体的制作破坏了牙龈结合上皮，牙周生物学宽度丧失。如图 11－9a 所示，牙龈上皮内有大量黑色沉着，尽管已在牙周科进行牙龈的部分切除，但还保留部分黑线。2 个月后来修复治疗，见此情况。牙周探诊检查左上颌中切牙的牙周探诊深度为远中3.0 mm，近中为 2.0 mm，对牙龈宽厚可以再次进行单纯性牙龈切除术。首先用组织剪取下着色部位的牙龈做组织学分析，然后用电刀切除其他部位的牙龈组织，暴露预备体的边缘终止线，并修整原有肩台，如图 11－9b。用两次印模法取硅橡胶印模，灌制超硬石膏模型，如图 11－10a 所示。然后，在口内预备的牙体上制作暂时性树脂冠修复体，恢复牙齿形态，维护牙周组织健康和发音功能，见图 11－10b。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



a　　　　　　　　　　　　b

图 11-9　a. 左上颌中切牙残根上方牙龈经牙周手术后仍留有牙龈黑线；**b.** 用电刀切除黑色部位的牙龈



a　　　　　　　　　　　　b

图 11-10　a. 模型上牙齿和牙龈分界清晰可见；**b.** 即刻制作的暂时冠，恢复牙齿外形，维护牙周健康

牙龈手术后定期每周来复诊，检查牙龈愈合情况和口腔卫生情况，一个半月后视牙龈愈合情况，试并戴全瓷冠修复体。全瓷冠修复体的边缘应与预备体边缘终止线完美对接，才能最终黏结修复体。如图 11-11。当暂时性修复体戴用 2 周到一个半月后牙龈炎症没有好转的趋势时，可能是原有的预备体边缘在龈下太深，侵犯了牙周的生物学宽度，应考虑请牙周科医师协同做牙冠延长术，恢复牙周组织的生物学宽度，消除牙龈炎症。图 11-12 显示患者在戴用全瓷修复体 1 年后的情况，牙龈边缘颜色和外形基本接近正常，左上颌中切牙的颈缘黑线消失，无边缘性牙龈炎。



a　　　　　　　　　　　　b

图 11-11　a. 暂时性修复体戴用一个半月后的情况；**b.** 更换全瓷修复体

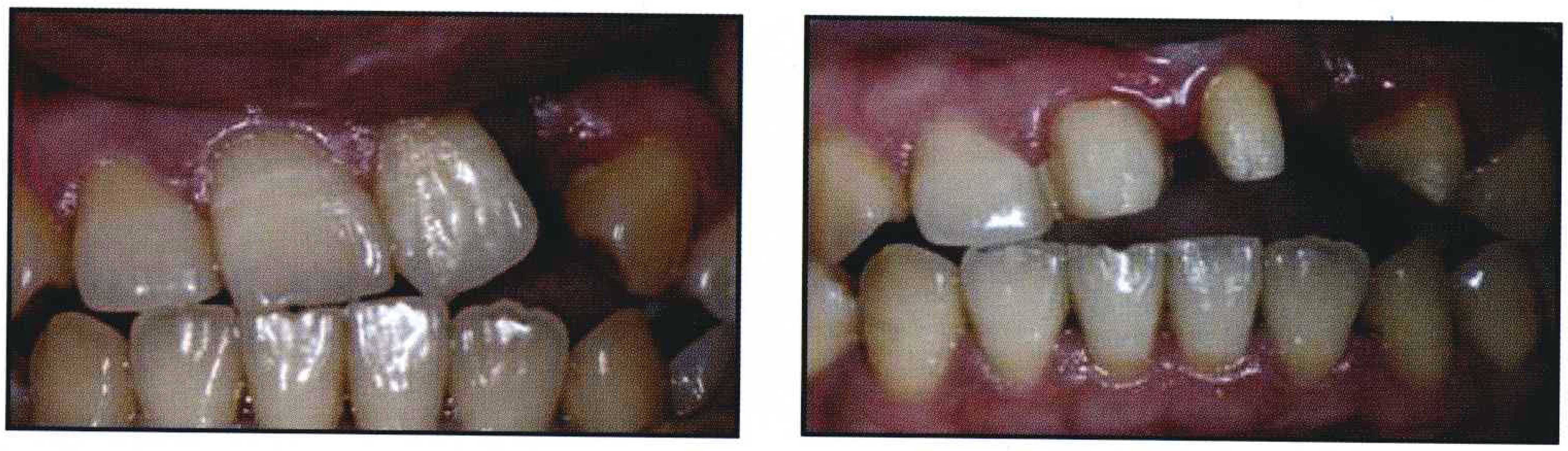


a　　　　　　　　b

图 11－12　a. 全瓷修复体戴用 1 年后的唇侧观；b. 腭侧观。牙龈形态色泽恢复自然，牙龈黑线消失

第四节　改良式全瓷黏结桥

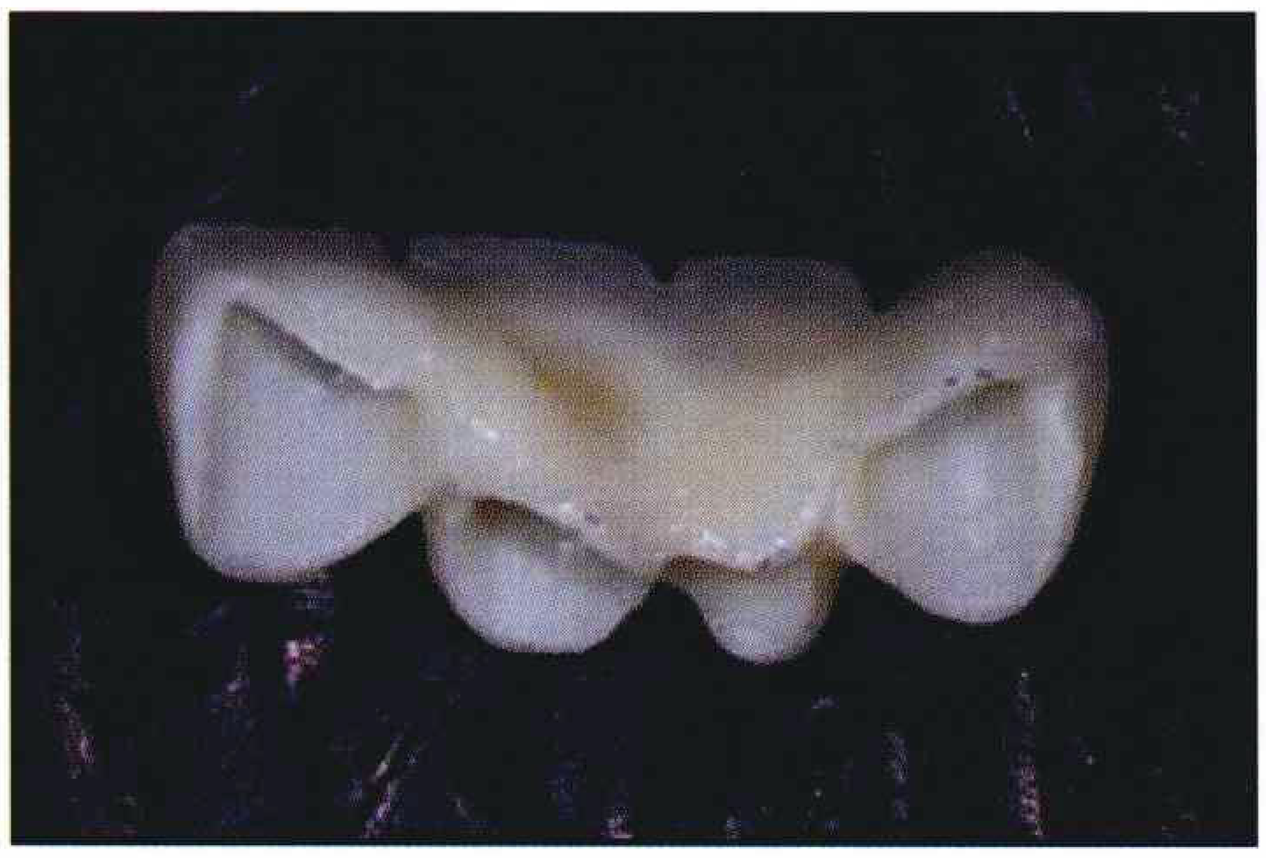
随着陶瓷材料强度和韧性的不断提高，全瓷修复体的安全系数有了明显的提高，因此，全瓷修复体的设计也可以有所突破。图 11－13a 是一位先天性单侧唇腭裂(cleft lip and palate)的女性患者，27 岁。儿童期做过唇腭裂修补术后，现患者不愿再做正畸治疗，经研究模型分析采用了改良设计的全瓷黏结桥，以恢复患者的美观。因左上颌中切牙扭转过大，而进行了预防性的牙髓治疗，并用纤维桩树脂核加强，如图 11－13b。在满足热压铸造玻璃陶瓷修复体基本力学要求的情况下，制作了四单位的改良式全瓷黏结桥，如图 11－14a。患者戴用 9 年后效果良好，因患者唇腭裂修复中，附着牙龈上可能有瘢痕组织，导致排龈后牙龈有退缩现象，1⊥1 间游离龈形态欠佳，但临床无出血症状，菌斑指数控制良好，见图 11－15。



a　　　　　　　　b

图 11－13　a. 左上颌侧切牙缺失，前牙错殆畸形；b. 牙体预备后的外形 3⊥1 贴面预备

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



a



b

图 11－14　a. 四单位热压铸造玻璃陶瓷桥；b. 全瓷修复体戴在口内情况

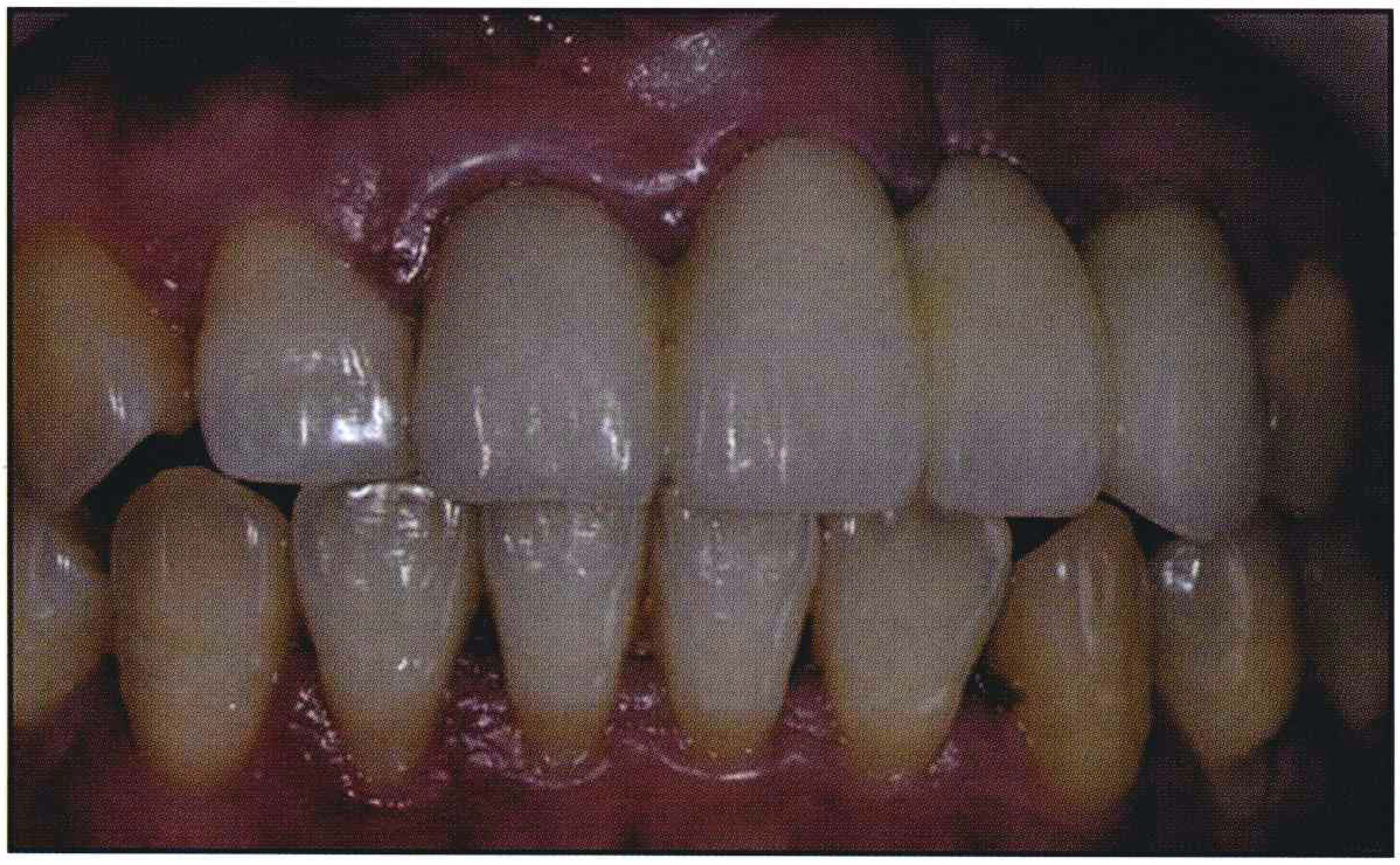


图 11－15　IPS Empress 2 铸造玻璃陶瓷黏结桥戴用 9 年后的情况

第五节　全瓷修复体的咬合重建

随着人们物质生活水平和文化生活水平的提高，无金属的全瓷修复在固定修复中所占的比例越来越大，据 Gordon J Christensen 的报道，在美国全瓷修复的数量在固定修复中占有比例从 1997 年的 18%增加到 2008 年的 28%以上。越来越多的医师和患者选择无金属的纤维桩树脂核和全瓷冠修复技术，再现和重建缺损和缺失的牙齿。如何科学合理地对每一个病例进行修复设计显得非常重要，跨学科的合作是未来口腔美学修复发展的必然趋势。图 11－16a 是一个上颌先天性侧切牙缺失的患者，尖牙倾斜移至侧切牙的位置，且因为重度四环素牙伴有牙釉质发育不全，上下颌第一磨牙及上颌第二磨牙残根、残冠。前牙成对刃咬合关系。经过一年的正畸治疗，调整了上下颌咬合关系，排挤了下前牙，纠正了尖牙的长轴方向，如图 11－16b。然

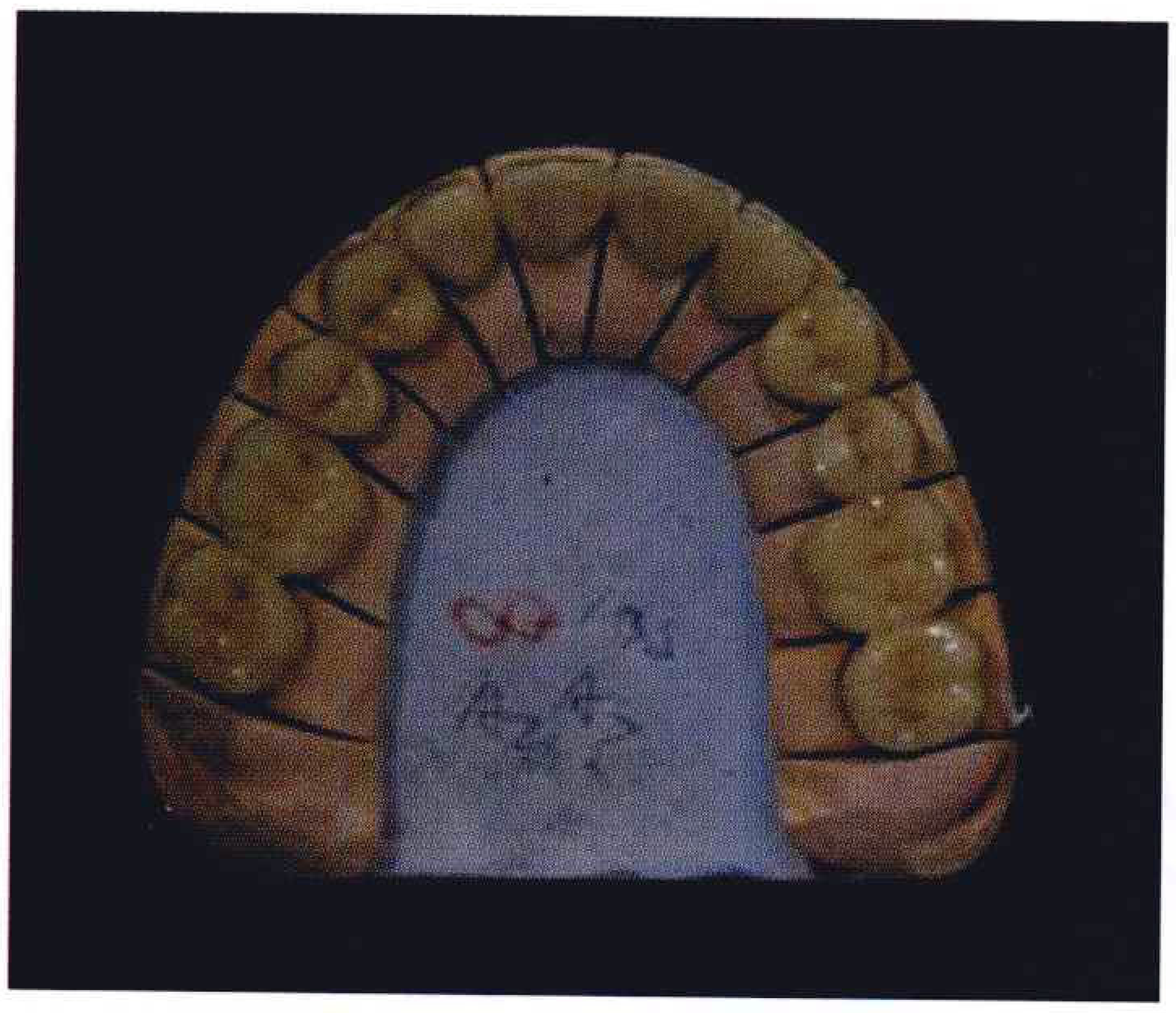


a

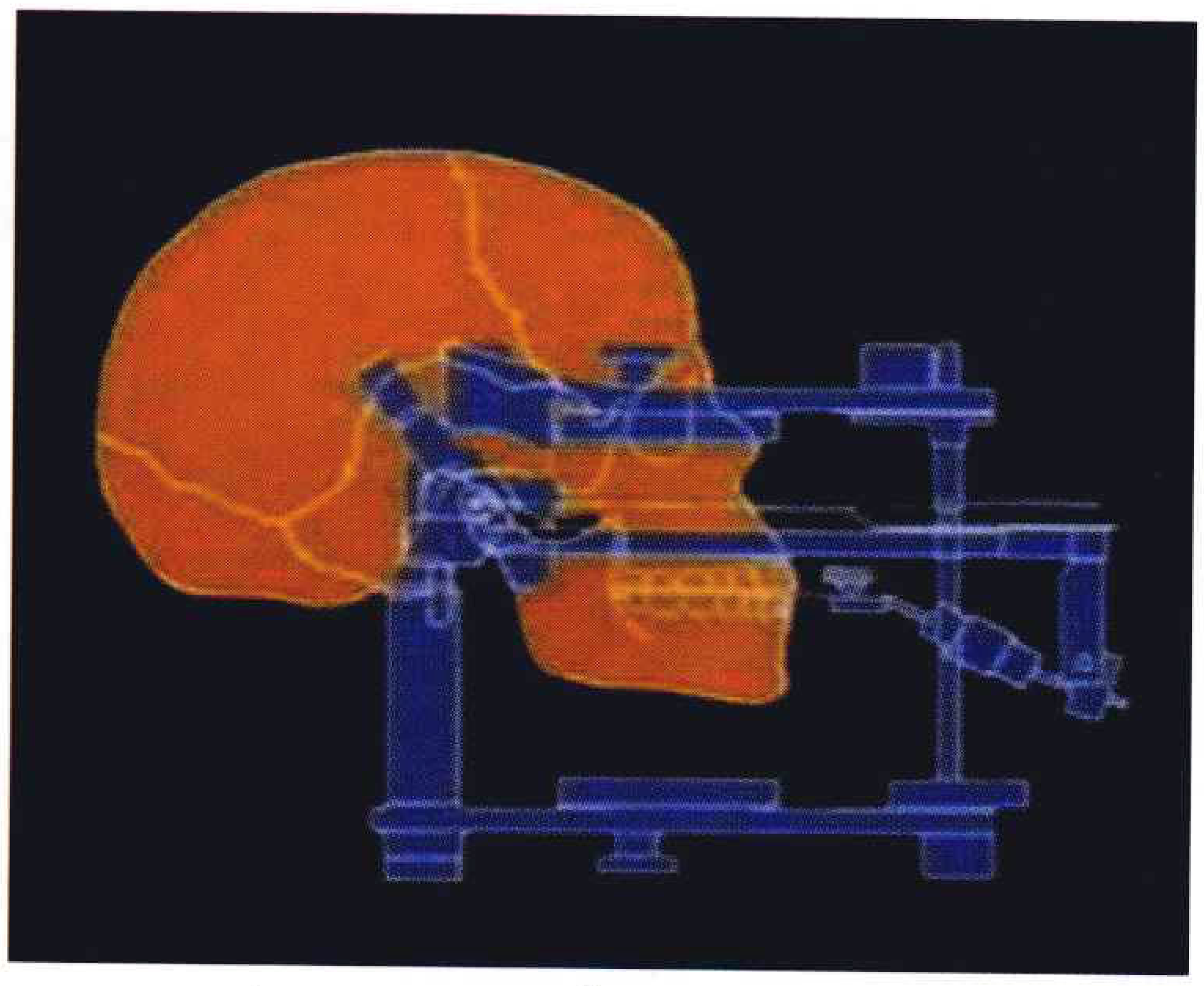


b

图 11－16　a. 患者正畸前的研究模，上下切牙无接触；b. 经正畸治疗后下前牙排挤，上颌尖牙长轴向近中倾斜角度减小



a



b

图 11－17　采用硅橡胶记录上下牙咬合关系，面弓转移上颌平面到咬合架上。a. 制作的 IPS e. max 玻璃陶瓷全冠；b. 面弓转移上颌平面

后取研究模，在咬合架上制作蜡型，并在口内制作树脂罩面，最后决定全牙列的修复设计方案。在牙体预备前先做好咬合记录，再进行口内的牙体预备，因牙体变色严重前牙采用了 IPS e. max 全瓷冠修复，见图 11－17。当然，也可以先行全牙列的家庭漂白治疗后视情况，选择前牙瓷贴面修复还是全冠修复。图 11－18 是完成后的全瓷冠在模型上的效果。图 11－19 是全瓷修复体在口内戴用 4 年后的情况。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



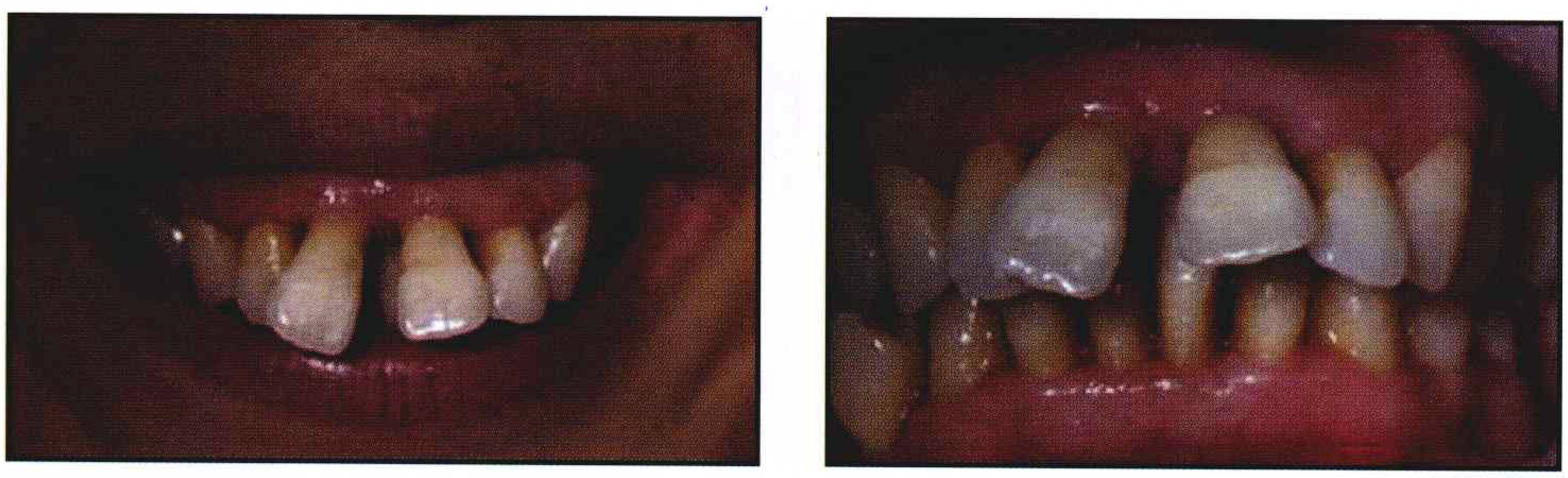
图 11-18　IPS e. max 全瓷修复体模型上正面观



图 11-19　全瓷修复体口内戴用 4 年后的情况：牙龈色泽正常，无牙龈炎，但因四环素牙颜色过于呈灰黑色，颜色从全瓷冠表面透出，尽管如此，由于上下牙的色差不大，还是显得很协调

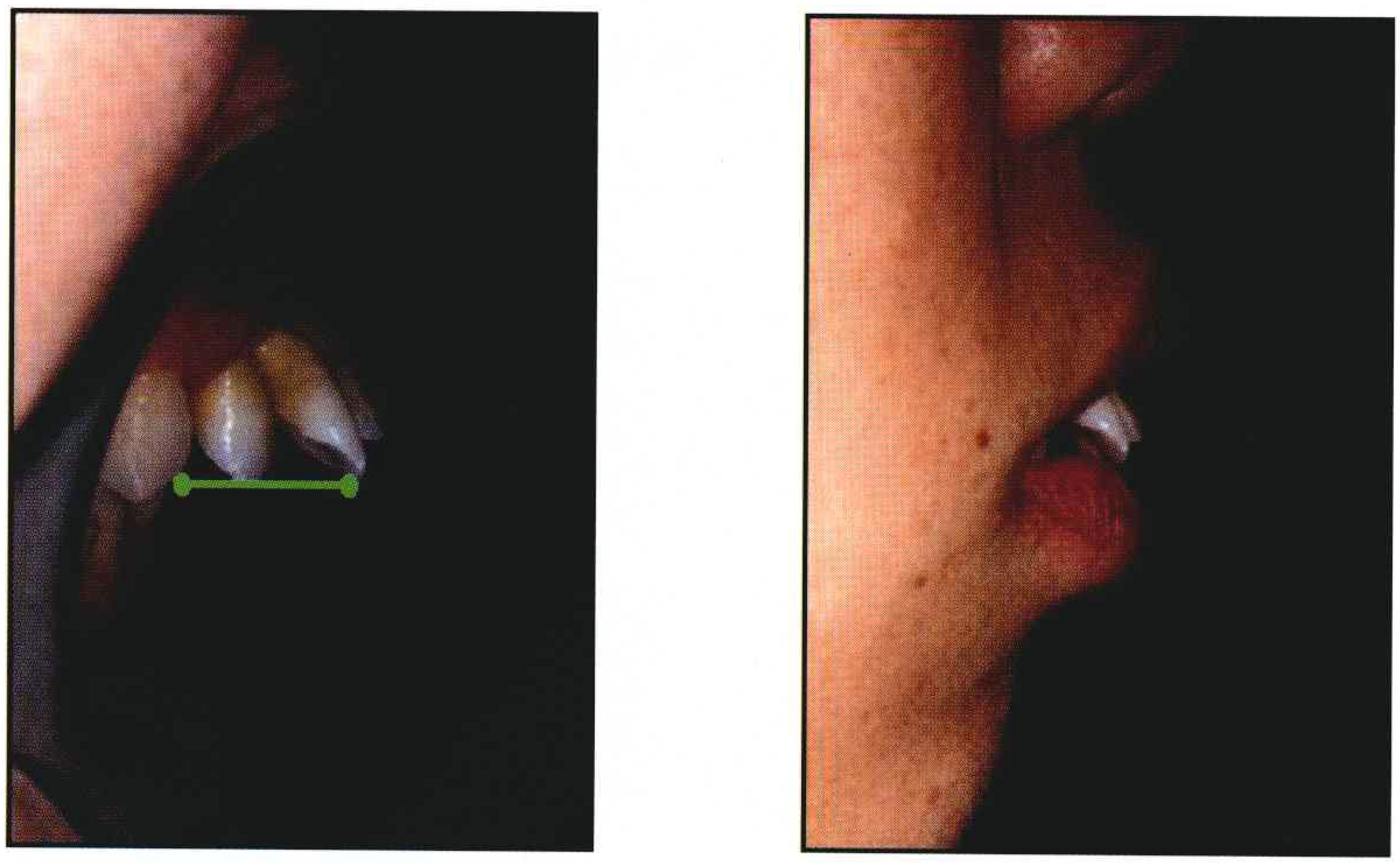
第六节　侵袭性牙周病患者的综合治疗

侵袭性牙周炎（aggressive periodontitis）又分为局部型牙周炎和广泛型牙周炎，这种病的共同特征是发病快，年龄小于 30 岁，大多有家族史，是快速进行的牙槽骨附着丧失，但没有过多的菌斑和牙结石残存牙面。目前，对这一疾病尚无最佳的治疗方案。图 11-20 显示的是一位 25 岁患有广泛型侵袭性牙周炎的女性患者，在两年内上下颌牙齿出现松动现象，且有加重趋势。上下颌前牙均出现了挪移，松动，且都有不同程度的伸长，为 3～5 mm。上下唇已不能覆盖前牙，如图 11-21 。



a　　b

图 11-20　侵袭性牙周炎患者上下颌牙齿挪移情况



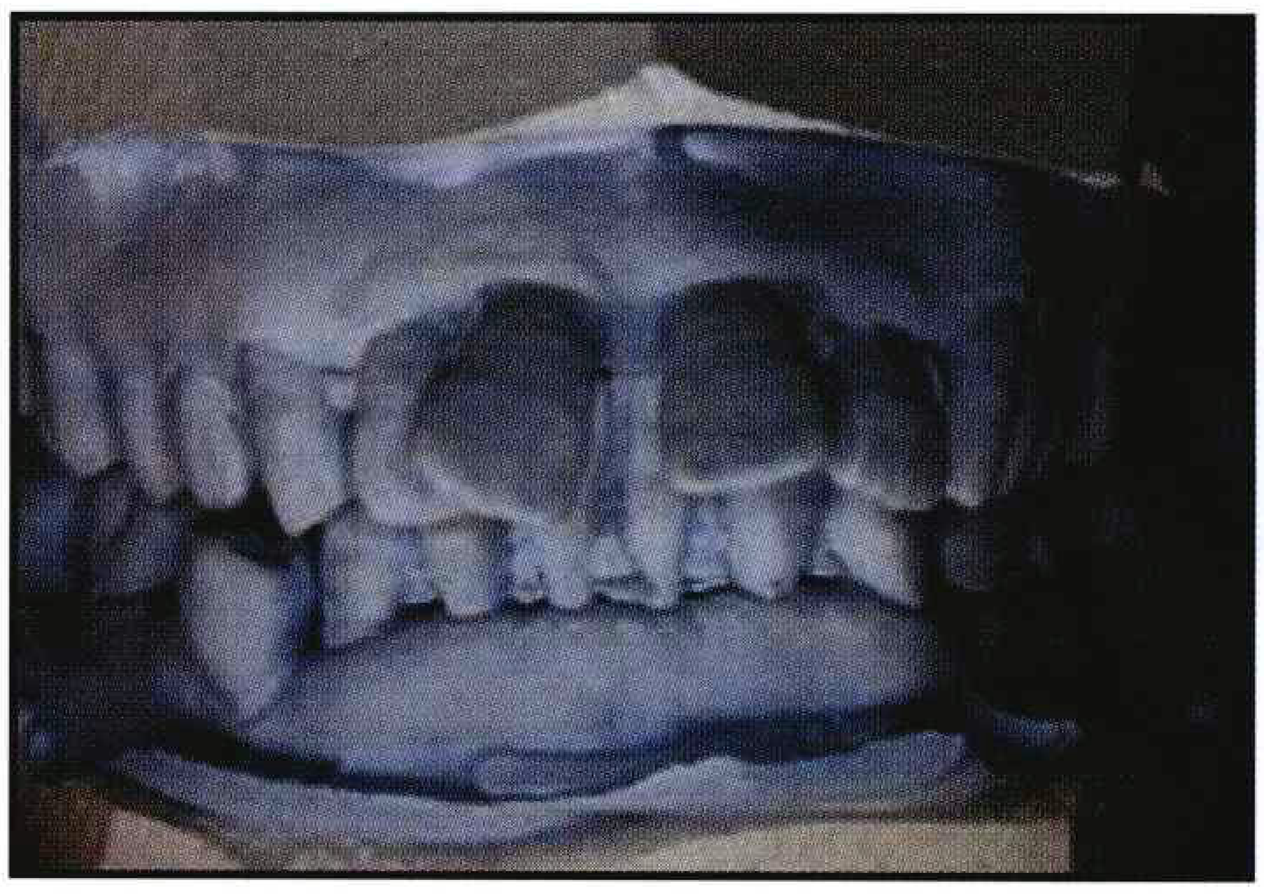
a　　b

图 11-21　侧面观上颌牙齿超覆殆约 12 mm；闭口时上下唇已不能抱住牙齿

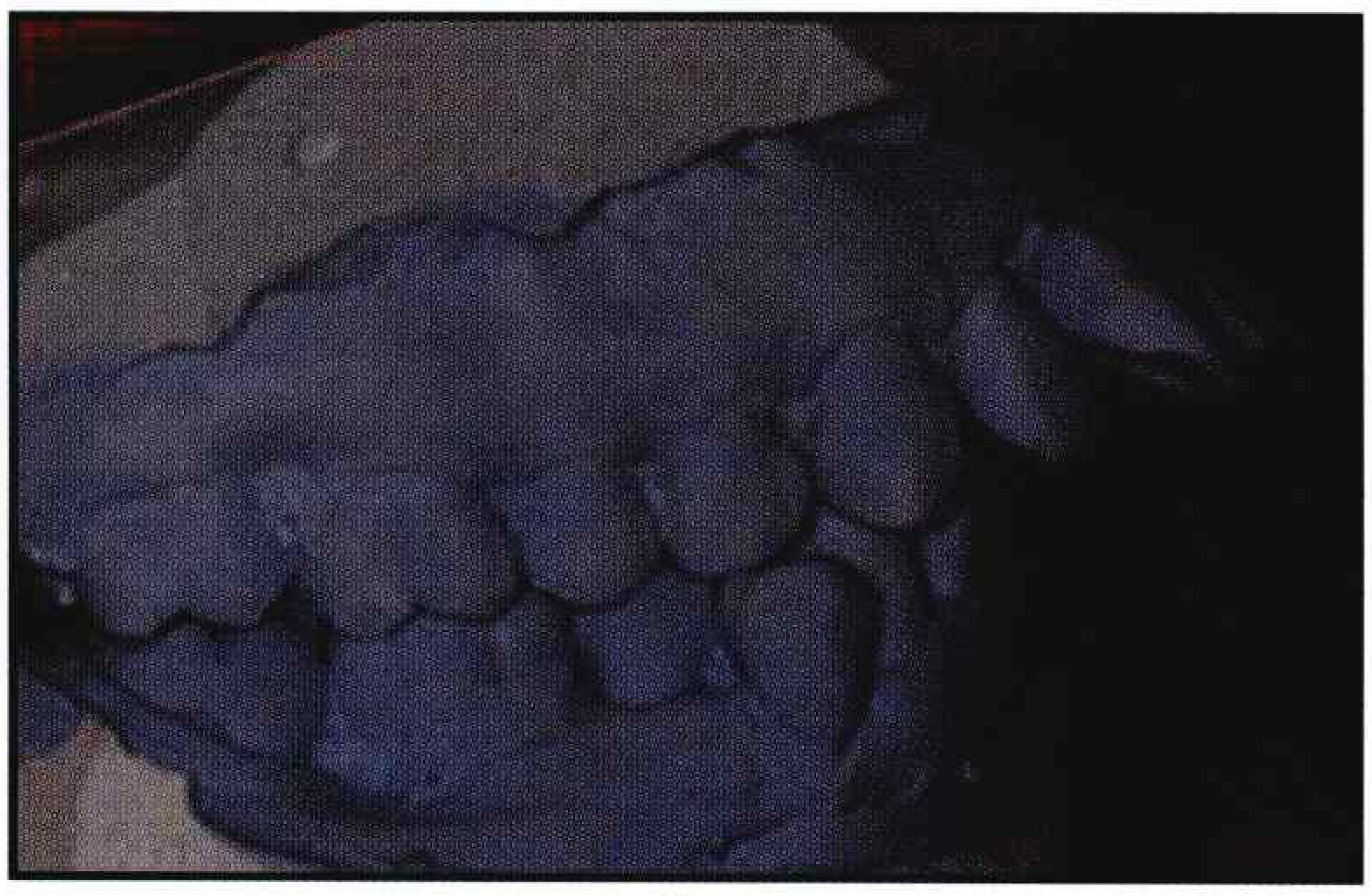
拍摄好患者的牙齿和面部照片后，取研究模型，如图 11-22。首先在模型上进行上颌前牙的牙体预备，并制作诊断性蜡型，多视角地观察上颌前牙诊断蜡型的外形，前牙排列的弧线和凸度，见图 11-23。同时，还需详细检查前牙的覆殆、覆盖关系，前伸和侧方运动有无咬合干扰，在此基础上和患者讨论治疗方案。将术前的牙列模型和制作好的诊断蜡型模型进行对比，征询患者的意见再进行必要的修改说明。对需要改变外形而进行牙髓治疗的上颌前牙，在患者知情的情况下和牙体牙髓科专业医师进行讨论治疗方案。对可能产生严重咬合干扰的下颌牙齿，事先和患者说明在制作修复体的过程中需适量调整下颌健康牙齿。

根据诊断蜡型分析结果，对上颌 2-2 前牙进行根治疗，见图 11-24；下颌牙采用正畸治疗，以改善美观和功能。通常在根管治疗的充填糊剂在根管内凝固后，方可进行牙体预备和根管预备。牙体预备量的多少根据上颌前牙诊断蜡型的外形要求进行磨除，且在必要取术中模型进行比对观察，如图 11-25。牙冠大部分磨除后，正侧面观患者的面部外形明显得到了改善，但因牙体组织预备量较多，需进行必要的根管预备，在根管内采用石英纤维桩和树脂核进行加强，以防修复后基牙的折断。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



a



b

图 11－22　上下颌研究模型显示的咬合情况

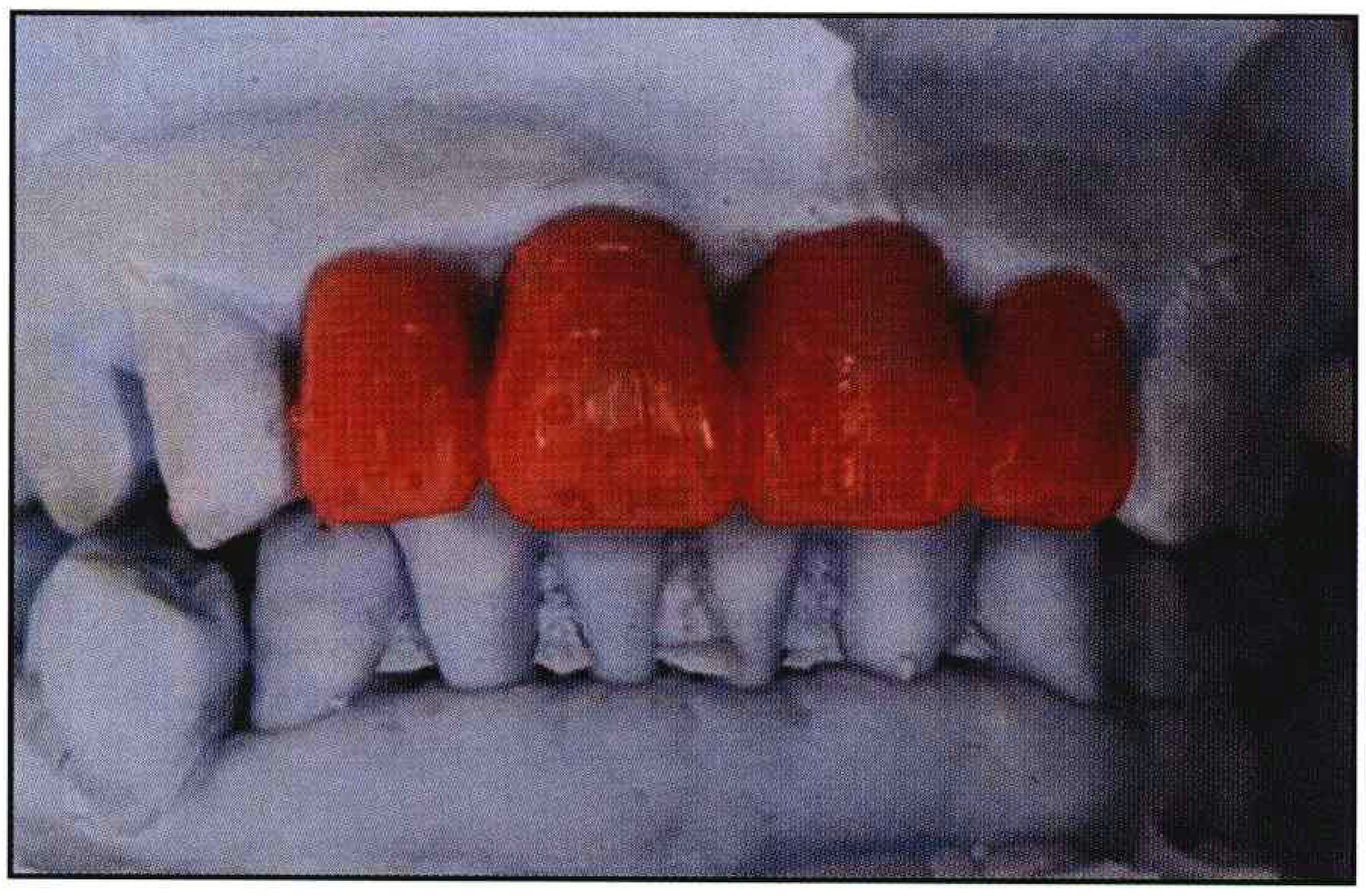


图 11－23　在研究模上制作诊断蜡型



a



b

图 11－24　在牙体牙髓科医师的配合下，完成上颌四个前牙的根管治疗

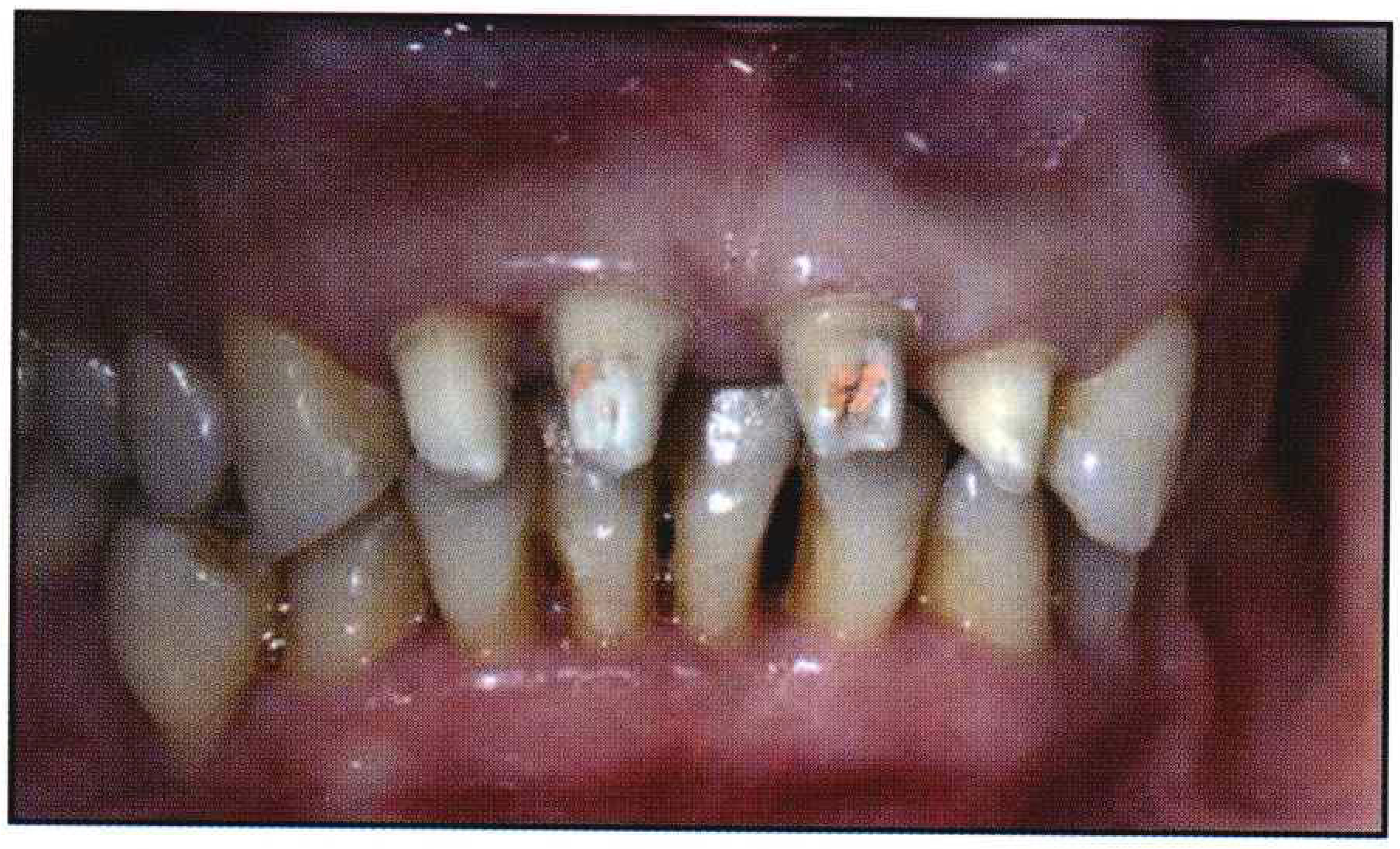


图 11－25　牙齿磨除后的口内情况

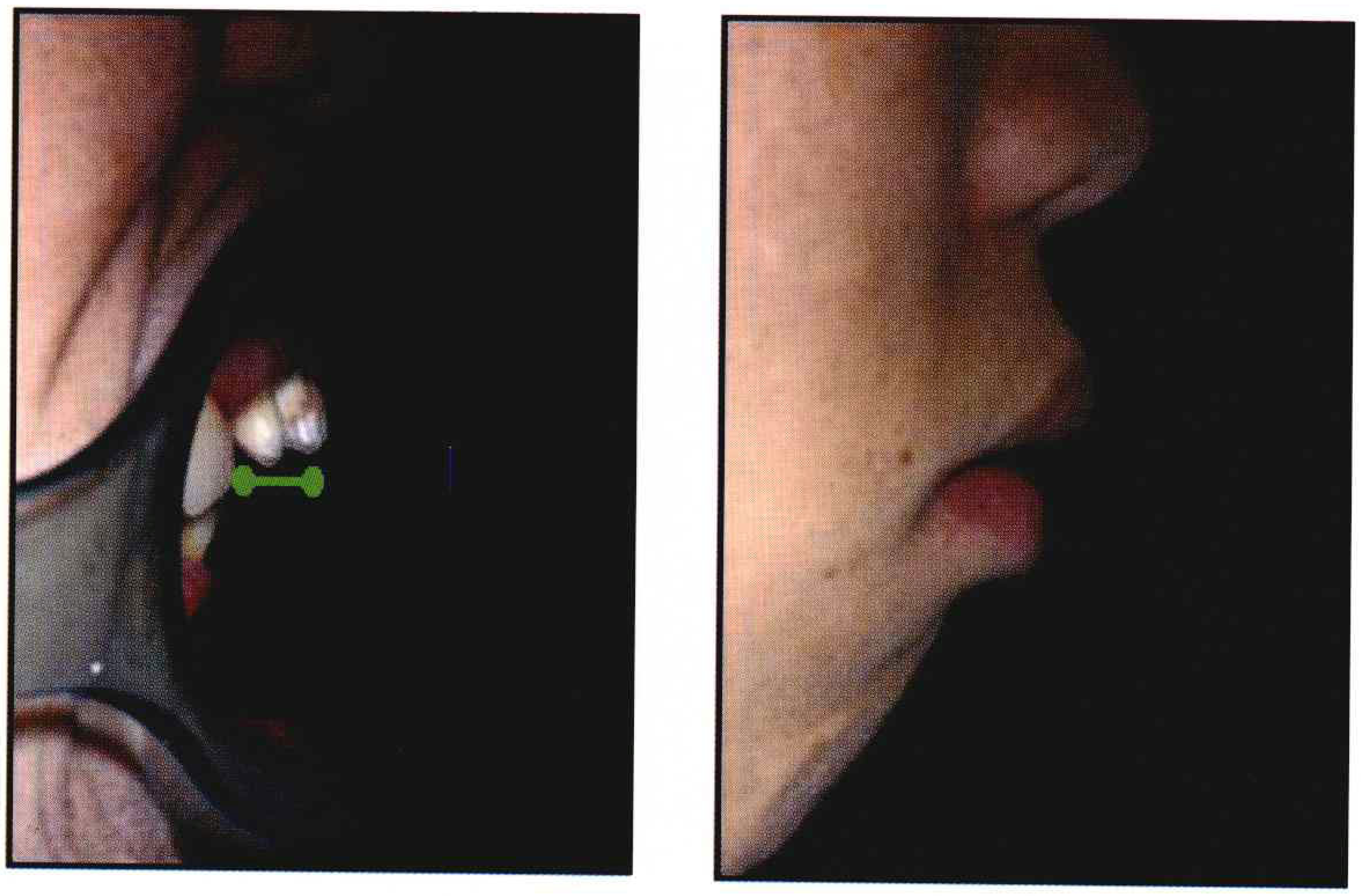
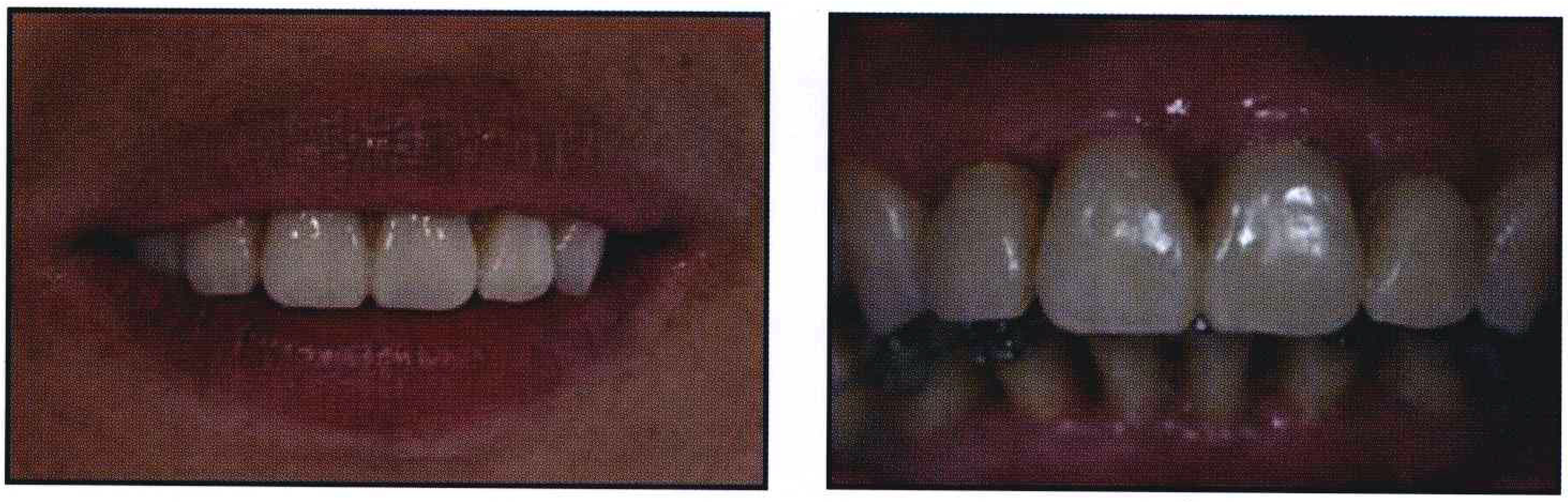


图 11－26　牙齿磨除后，临床冠明显缩短，上下唇能够闭合

在上颌诊断蜡型模型上，用藻酸盐印模料或硅橡胶取模，在阴模内注入流体自凝树脂后，将阴模放入口内，完全覆盖到已预备的基牙上，待自凝树脂初凝后取出印模。5～10 min 后修改树脂牙外形和颈部边缘，并在口内试戴暂时性树脂牙，进一步修改修复体外形和边缘，直至患者对修复体外形满意。图 11－26a 是患者戴入暂时性修复体后的情况。牙齿的外形和患者的侧面形貌有了很大的改观。图 11－26b 是暂时性修复体戴用 8 个月后的情况，下前牙也通过正畸方法排挤，并与上颌牙建立咬合关系。上颌 2－2 的连冠也起到了夹板的作用，稳定了上颌牙齿，有助于牙槽骨的稳定和再生。患者的侧面观其面容得到很大的改变，患者对其修复设计方案十分满意，待下颌牙正畸完成后将更换上颌暂时牙冠。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注



a　　b

图 11－27　a. 上颌暂时冠戴入口内的情况；b. 前牙 2－2 连冠修复 8 个月后，消失的牙龈乳头逐渐向切缘方向生长，尤其 1－1 间的龈乳头更为明显

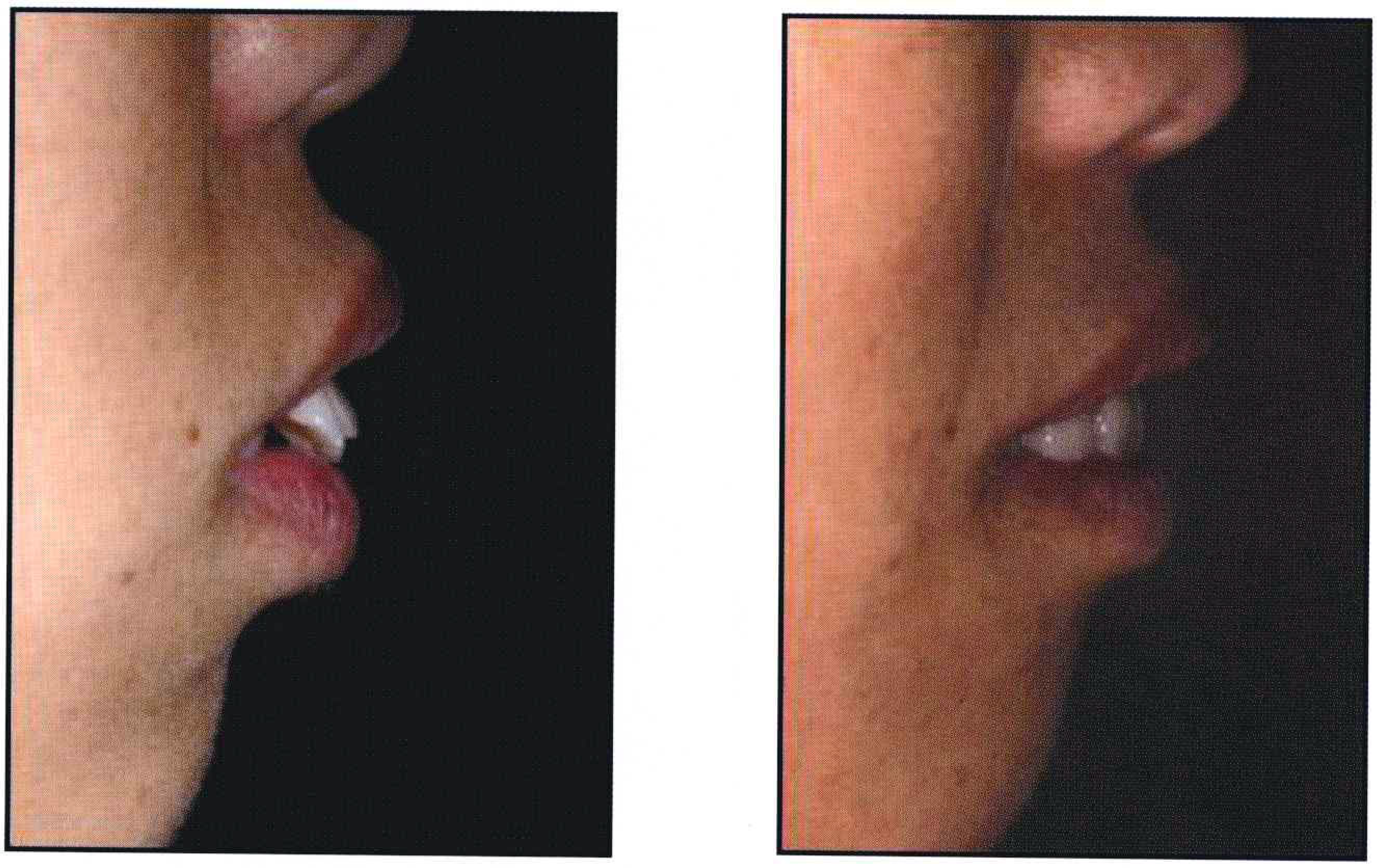


图 11－28　患者修复前后的侧面观对比，上颌的鼻唇角有了较大的改变，修复后改善了美观

参 考 文 献

[1] 季骏，骆小平，陆苇，等. 前牙断根轴向快速牵引后根尖区牙槽骨骨密度变化初探[J]. 中华口腔医学杂志，2007，42(10)：601－604.

[2] Kocadereli I，Tasman F，Guner SB. Combined endodontic-orthodontic and prosthodontic treatment of fractured teeth[J]. Case report. Aust Dent J，1998，43(1)：28－31.

[3] Cengiz SB，Kocadereli I，Gungor HC，et al. Adhesive fragment reattachment after orthodontic extrusion：a case report[J]. Dent Traumatol，2005，21(1)：60－64.

[4] Koyuturk AE，Malkoc S. Orthodontic extrusion of subgingivally fractured incisor before restoration. A case report：3-years followup[J]. Dent Traumatol 2005，21(3)：174－178.

[5] Blase D，Bercy P. An esthetic crown lengthening technic of the clinical crown. Rapid orthodontic extrusion[J]. Rev Belge Med Dent 1993，48(3)：9－28.

[6] Villat C, Machtou P, Naulin-Ifi C. Multidisciplinary approach to the immediate esthetic repair and long-term treatment of an oblique crown-root fracture[J]. Dent Traumatol 2004, 20(1): 56 -60.

[7] Rosenberg ES, Cho SC, Garber DA. Crown lengthening revisited[J]. Compend Contin Educ Dent, 1999, 20(6): 527 - 32, 534, 536 - 538.

[8] Ainama J, Talari A. The increase with age of the width of attached gingiva[J]. J Periodontal Res, 1976, 11(4): 182 - 188.

[9] Shillingburg HT. Fundamentals of fixed prosthodontics. 3rd ed[M]. Carol Stream (IL): Quintessence Publishing, 1997, 191 - 193.

[10] Kajiyama K, Murakami T, Yokota S. Gingival reactions after experimentally induced extrusion of the upper incisors in monkeys[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop , 1993, 104(1): 36 - 47.

[11] Murakami T, Yokota S, Takahama Y. Periodontal changes after experimentally induced intrusion of the upper incisors in Macaca fuscata monkeys[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1989, 95(2): 115 - 126.

[12] Ren Y, Maltha Jc, Kuijpers-Jagtman Am. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review[J]. Angle orthod, 2003, 73(1): 86 - 92.

[13] Mantzikos T, Shamus I. Case report: forced eruption and implant site development[J]. Angle Orthod, 1998, 68(2): 179 - 186.

[14] uirynen M, Op Heij DG, Adriansens A, et al. Periodontal health of orthodontically extruded impacted teeth. A split-mouth, long-term clinical evaluation. J Periodontol 2000, 71(11): 1708 - 1714.

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注

致　谢

在本书编写结束之际，感谢南京大学口腔医学院修复学科同事们的支持和帮助。患者修复体的制作，由口腔修复科技工室钱冬冬主管技师和石玉娟技师负责，书中的部分结构图由宋阳成先生绘制，在此表示深深地感谢。

敬以此书献给我的母亲、女儿骆婕和钟文女士，并告慰两年前驾鹤而去的父亲！

［Ｇｅｎｅｒａｌ Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ］
书名＝前牙美学修复及全瓷修复体设计
作者＝骆小平编著
页数＝１６１
ＳＳ号＝１２４３６３８４
出版日期＝２００９．１１
出版社＝安徽科学技术出版社

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
口腔视频，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注